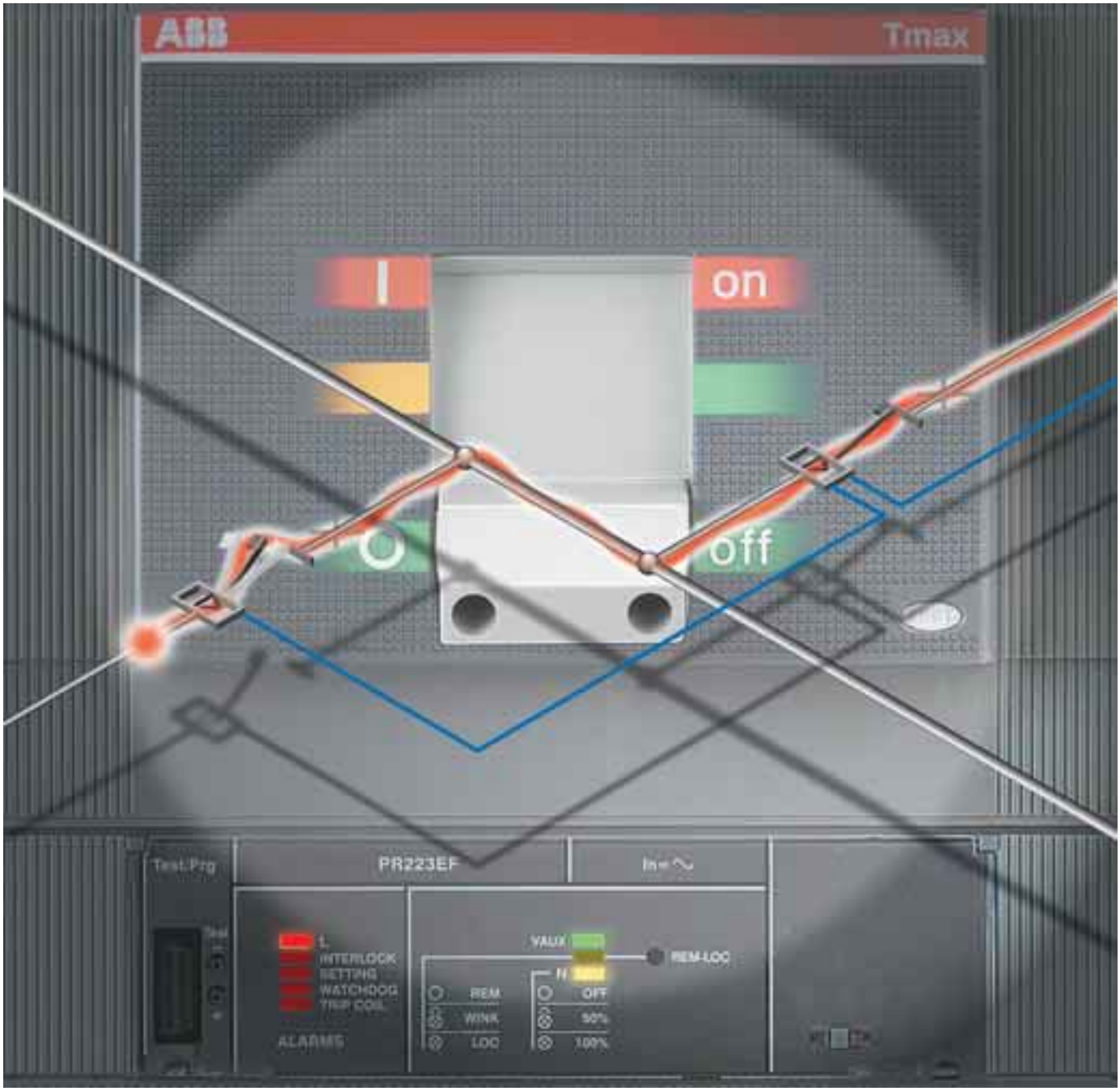
1 Серия проектировщика

Август 2007

ADVLOC0801MAN07ARU

Селективность автоматических выключателей АББ в сетях низкого напряжения



ABB

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность автоматических выключателей АББ в сетях низкого напряжения

Содержание

Теоретические сведения о селективности

Введение 2

Основные определения

Селективность 3
Полная селективность - частичная селективность 3
Зона перегрузки – Зона короткого замыкания (КЗ)4
Действительные токи, протекающие в автоматических выключателях 5

Методы обеспечения селективности

Времятоковая селективность 7
Токовая селективность 8
Временная селективность 9
Энергетическая селективность 10
Зонная селективность 11

Как обеспечить селективность автоматических выключателей АББ

Типы автоматических выключателей АББ 12

Миниатюрные автоматические выключатели (MCB)[1]

Сторона питания - S200/Сторона нагрузки - S200 13
Сторона питания - S290D-S500D/Сторона нагрузки - S200 13

Селективность MCCB[2] - MCB

Сторона питания - T1-T2-T3-T4/Сторона нагрузки - MCB 14
Сторона питания - T5-T6-S7-S8/Сторона нагрузки - MCB 15

Селективность MCCB - MCCB

Токовая селективность 16
Временная селективность 17
Энергетическая селективность 18
Зонная селективность (T4L-T5L-T6L) 19

Селективность ACB[3] - MCCB

Традиционный подход 25
Зонная селективность между Emax и Tmax ... 26

Селективность ACB - ACB

Временная селективность 28
Зонная селективность между выключателями Emax 29
Временная направленная селективность 32
Направленная зонная селективность 34

Приложение А:
Селективность СН/НН 40

Приложение Б:
Общие положения о селективности по дифференциальному току 43

Приложение В:
Пример анализа селективности НН/НН 45

Приложение Г:
Дополнительные положения о действительных токах, протекающих в автоматических выключателях 48

Глоссарий 52

[1] MCB – миниатюрные (модульные) автоматические выключатели
[2] MCCB – автоматические выключатели в литом корпусе
[3] ACB – воздушные автоматические выключатели

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Теоретические сведения о селективности

Введение

Выбор системы защиты электроустановки является важным аспектом как для обеспечения экономичной и технически правильной эксплуатации всей установки, так и для сведения до минимума проблем, вызванных ненормальными условиями эксплуатации или текущими неисправностями.

В рамках данного анализа исследуется согласование различных устройств, предназначенных для защиты частей установки или конкретных компонентов, с целью:
- обеспечения безопасности установки и персонала во всех случаях;
- быстрого определения и отключения зоны, в которой возникла проблемная ситуация, без проведения общих отключений, которые прекращают подачу электроэнергии в зоны нормальной работы установки;
- снижения воздействия последствий повреждений на составные части установки (падение напряжения и потеря стабильности у вращающихся механизмов);
- снижения нагрузки на элементы и предупреждение повреждений в зоне неисправности;
- обеспечения непрерывности электроснабжения надлежащего качества;
- обеспечения адекватной поддержки в случае неисправности защиты, отвечающей за размыкание;
- предоставления персоналу, отвечающему за системное техобслуживание и управление, информации, которая необходима для скорейшего восстановления эксплуатации остальной части электросети с минимальным вмешательством;
- достижения оптимального согласования факторов надежности, простоты эксплуатации и экономической эффективности.

В частности, хорошая система защиты должна обладать способностью:
- восприятия того, что и где произошло, различая между ненормальными, но приемлемыми ситуациями, и ситуациями серьезных неисправностей в пределах зоны ответственности, что позволяет избежать нежелательных срабатываний с последующим неоправданным остановом исправной части установки;
- максимально быстрого срабатывания для ограничения воздействия короткого замыкания (КЗ) (разрушение, ускоренное старение и т.д.), что сохраняет непрерывность подачи и стабильность электропитания.

Решения основаны на компромиссе между двумя противоположными требованиями – точная идентификация неисправности и быстрое срабатывание – и определяются в соответствии с тем, какое требование является предпочтительным.

Например, в том случае, когда более важно предотвратить нежелательные срабатывания, обычно предпочтение отдается косвенной системе защиты, основанной на блокировках и передаче данных между различными устройствами, которые проводят локальные измерения электрических значений, в то время как скорость и необходимость ограничения разрушительных эффектов короткого замыкания требуют применения систем прямого действия с защитными расцепителями, встроенными непосредственно в устройства защиты. В системах низкого напряжения первичного и вторичного распределения энергии предпочтение обычно отдается последнему решению.

В итальянском Стандарте CEI 64-8 “Электрические установки с номинальным напряжением ниже 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока” в отношении установок низкого напряжения в части 5 “Выбор и монтаж электрических компонентов” сказано:

“Селективность между устройствами защиты от сверхтоков (536.1)
Когда несколько защитных устройств установлены последовательно, и это оправдано требованиями эксплуатации, их рабочие характеристики должны выбираться таким образом, чтобы отключать только часть установки, где возникла неисправность.”
Кроме того, в комментариях добавлено следующее:
“Рабочие ситуации, требующие селективности, определяются пользователем или проектировщиком установки.”

Таким образом, Стандарт указывает на то, что рабочие характеристики должны быть выбраны с обеспечением селективности, когда это оправдано требованиями эксплуатации.

В общем, проектирование селективной установки означает не только реализацию “современного” проекта, но также и проектирование установки, которая действительно отвечает требованиям пользователя, а не просто положениям Стандарта.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Основные определения

Селективность

Определение селективности приведено в ГОСТ Р 50030.1 “Аппаратура распределения и управления низковольтная – Часть 1: Общие требования и методы испытаний.”

“Селективность по сверхтокам (2.5.23)
Координация рабочих характеристик двух или нескольких устройств для защиты от сверхтоков с таким расчетом, чтобы в случае возникновения сверхтоков в пределах указанного диапазона срабатывало только устройство, предназначенное для оперирования в данном диапазоне, а прочие не срабатывали”,
при этом под сверхтоком понимается ток с более высоким значением, чем номинальный ток, вызванный любой причиной (перегрузка, короткое замыкание и т.д.).

Таким образом, существует селективность между двумя последовательными автоматическими выключателями в отношении сверхтока, который протекает через оба выключателя, причем автоматический выключатель со стороны нагрузки размыкается, обеспечивая защиту цепи, а автоматический выключатель со стороны питания остается замкнутым, обеспечивая подачу питания остальной части установки.

Определения полной и частичной селективности, с другой стороны, приведено в Части 2 того же ГОСТ Р 50030.2 “Аппаратура распределения и управления низковольтная – Часть 2: Автоматические выключатели.”

“Полная селективность (2.17.2)
Селективность по сверхтокам, когда при последовательном соединении двух аппаратов защиты от сверхтоков аппарат со стороны нагрузки осуществляет защиту без срабатывания второго защитного аппарата.”

“Частичная селективность (2.17.3)
Селективность по сверхтокам, когда при последовательном соединении двух аппаратов защиты от сверхтоков аппарат со стороны нагрузки осуществляет защиту до определенного уровня сверхтока без срабатывания второго защитного аппарата.”

Можно говорить о **полной селективности**, когда обеспечивается селективность для любого значения сверхтока, возможного в установке.
О полной селективности между двумя автоматическими выключателями говорят, когда обеспечивается селективность до меньшего из значений Icu двух автоматических выключателей, так как максимальный ожидаемый ток короткого замыкания (КЗ) установки в любом случае будет ниже или равным наименьшему значению Icu двух автоматических выключателей.

О **частичной селективности** говорят, когда обеспечивается только селективность до определенного значения тока **Is** (предельный ток селективности). Если ток превышает это значение, то селективность между двумя автоматическими выключателями более не может быть обеспечена.
О частичной селективности между двумя автоматическими выключателями говорят, когда обеспечивается селективность до определенного значения **Is**, которое ниже значений **Icu** двух автоматических выключателей. Если максимальный ожидаемый ток КЗ установки ниже или равен току селективности **Is**, говорят о полной селективности.

Пример

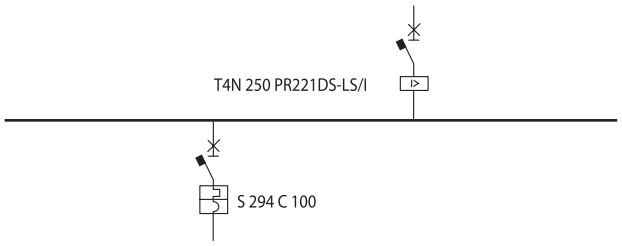
Рассматриваются следующие два автоматических выключателя:
На стороне питания T4N250 PR221 In250 (Icu=36 кА)
На стороне нагрузки S294 C 100 (Icu=15 кА)

Из “Таблиц координации аппаратов защиты и управления” видно, что обеспечивается полная селективность (T) между двумя автоматическими выключателями.
Это означает, что обеспечивается селективность до 15 кА, т.е. меньшего из двух значений Icu.

Очевидно, что максимальный ожидаемый ток КЗ в месте установки автоматического выключателя S294 C 100 будет меньше или равным 15 кА.

Теперь рассматриваются следующие два автоматических выключателя:
На стороне питания T4N250 PR221 In160 (Icu=36 кА)
На стороне нагрузки S294 C 100 (Icu=15 кА)

Из “Таблиц координации аппаратов защиты и управления” видно, что селективность между двумя автоматическими выключателями составляет Is=12 кА.
Это означает, что если максимальный ожидаемый ток КЗ на стороне нагрузки автоматического выключателя S294 C 100 меньше 12 кА, то будет обеспечена полная селективность, а если ток КЗ имеет более высокое значение, то будет обеспечиваться частичная селективность, т.е. только для КЗ с током меньше 12 кА, тогда как для КЗ с током между 12 и 15 кА несрабатывание автоматического выключателя стороны питания не обеспечивается.



Tmax T4 - S290 @ 400/415 В

			Сторона питания	T4						
			Исполнение	N,S H,L,V						
			Расцепитель	TM, M				EL		
Сторона нагрузки	Характеристики	I_{cu} [kA]	I_u [A]	250	320			250		320
			I_n [A]	160	200	250	320	160	250	320
S290	C-K	15	80	5	11	T	T	T	T	T
			100	5*	8	T	T	12	T	T
	C		125		8*	12	T		T	T
	D		80	5	11	T	T	T	T	T
			100		8	T	T	12	T	T

* Величина действительна только для магнитного выключателя на стороне питания.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Основные определения

Зона перегрузки – зона короткого замыкания (КЗ)

С целью анализа селективности в данной публикации введены понятия “зоны перегрузки” и “зоны КЗ”.

Под **“зоной перегрузки”** понимают диапазон значений тока и, следовательно, соответствующую часть кривых срабатывания автоматического выключателя между номинальным током самого автоматического выключателя и значением, которое в 8-10 раз выше номинального тока.

Это зона, в которой обычно вызывается срабатывание тепловой защиты для термомагнитных расцепителей и защиты L для электронных расцепителей.

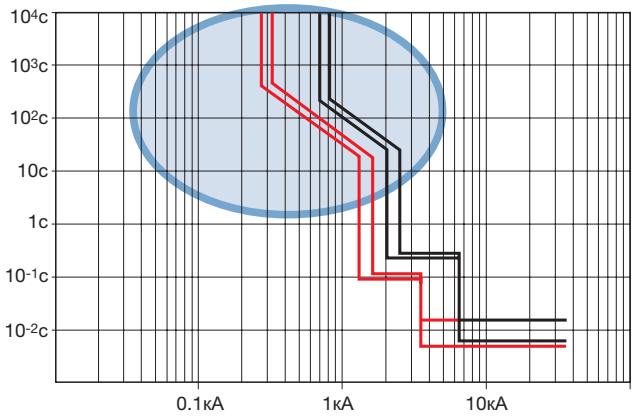
Эти токи обычно соответствуют цепи с перегрузкой. Вероятность возникновения данного события более высокая по сравнению с появлением КЗ.

Под **“зоной КЗ”** понимают диапазон значений тока и, следовательно, соответствующую часть кривых срабатывания автоматического выключателя, которые в 8-10 раз выше номинального тока автоматического выключателя.

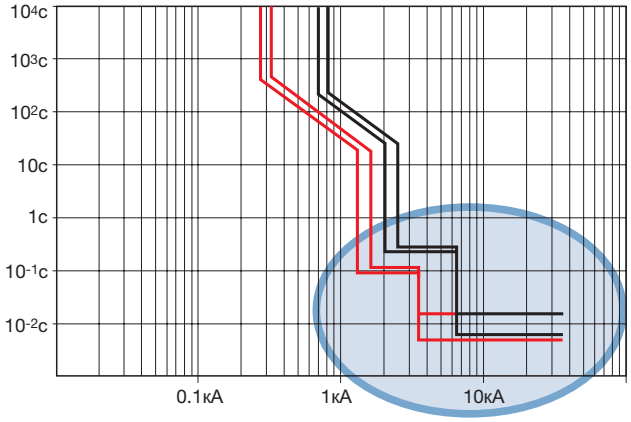
Это зона, в которой обычно вызывается срабатывание магнитной защиты для термомагнитных расцепителей или защит S, D и I для электронных расцепителей.

Эти значения тока обычно соответствуют повреждению в цепи питания. Это событие менее вероятно, чем простая перегрузка.

Зона перегрузки = I÷ 8-10In



Зона КЗ = > 8-10In

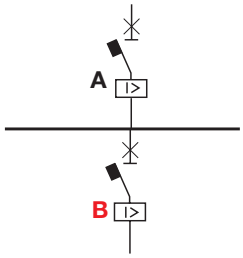


Важные пункты документа можно найти по ссылке

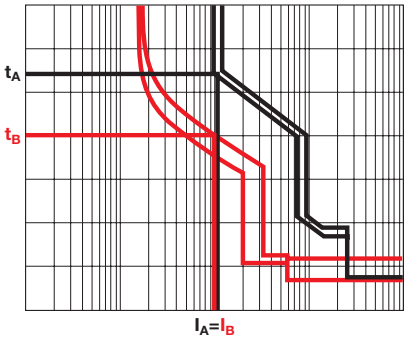
Действительные токи, протекающие в автоматических выключателях

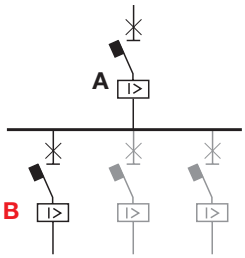
При сравнении времятоковых кривых двух автоматических выключателей часто оценивается время срабатывания двух устройств, как если бы по ним пропускался одинаковый ток.
Такой подход корректен только в том случае, когда между двумя последовательными автоматическими выключателями отсутствуют другие ответвления, т.е. имеется один входной и один выходной фидер, которые стоят на одном и том же узле.
Когда, с другой стороны, имеется несколько автоматических выключателей со стороны питания, которые стоят на той же шине, или несколько выходных фидеров со стороны нагрузки, токи, проходящие через аппараты, могут значительно отличаться.

В отношении действительных токов, проходящих в автоматических выключателях, можно рассмотреть три основных случая:
- один автоматический выключатель на стороне питания и один автоматический выключатель на стороне нагрузки (пропускается одинаковый ток)
- один автоматический выключатель на стороне питания и несколько автоматических выключателей на стороне нагрузки (через выключатель со стороны питания пропускается ток более высокий, чем ток в выключателе со стороны нагрузки)
- два или более автоматических выключателей на стороне питания и несколько автоматических выключателей на стороне нагрузки.

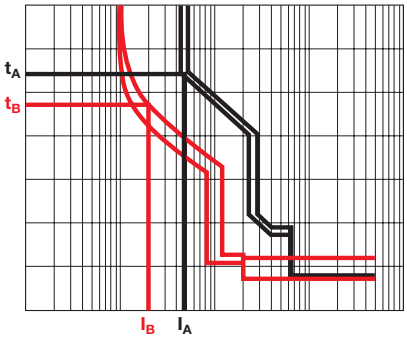


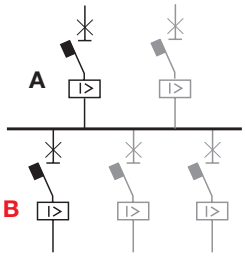
$$I_A = I_B$$



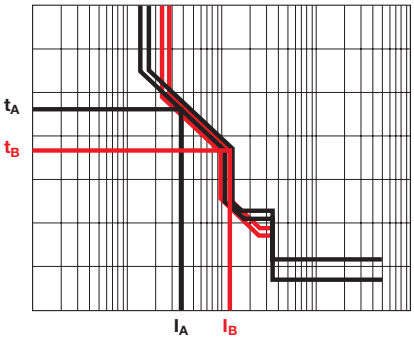


$$I_A = I_B + I_{\text{других линий}}$$





$$I_A = (I_B + I_{\text{других линий}})/n$$



Где:

I_B сверхток, проходящий через автоматический выключатель B

I_A сверхток, проходящий через автоматический выключатель A

$I_{\text{других линий}}$ сумма токов, которая во время нормальной работы потребляется нагрузками (исключая B) и протекает через автоматический выключатель A со стороны питания. Эта сумма, при необходимости, может быть скорректирована соответствующими коэффициентами одновременности и использования

n количество автоматических выключателей, установленных параллельно на стороне питания.

* Эти формулы не учитывают различный сдвиг фаз токов или асимметрию цепи; первые две формулы, однако, допустимы, а третья приемлема, если две цепи питания одинаковы.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Методы обеспечения селективности

В данном разделе описаны различные методы обеспечения селективности и область их применения.

В зоне перегрузки с применением устройств защиты обычно реализуется **времятоковый** тип селективности.

В зоне КЗ с применением устройств защиты обычно могут использоваться различные методы обеспечения селективности. В частности, в нижеследующих разделах будут рассмотрены:
Токовая селективность
Временная селективность
Энергетическая селективность
Зонная селективность.

После начального теоретического описания различных методов обеспечения селективности будет проведен анализ методов селективности, которые применимы для автоматических выключателей.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Времятоковая селективность

В общем следует отметить, что устройства защиты от перегрузки имеют времятоковую характеристику, срабатывают ли они посредством теплового расцепителя или посредством функции L электронного расцепителя.
Времятоковая характеристика является характеристикой срабатывания, причем по мере возрастания тока время срабатывания автоматического выключателя уменьшается.
Когда имеются устройства защиты с характеристиками такого типа, то применяемый метод селективности - это времятоковая селективность.

Времятоковая селективность обеспечивает селективность срабатывания путем регулировки устройств защиты таким образом, что защита со стороны нагрузки при всех возможных значениях сверхтока срабатывает быстрее, чем автоматический выключатель со стороны питания.
При анализе времени срабатывания двух автоматических выключателей необходимо учитывать:
- допуски порогов и времен срабатывания
- действительные токи, протекающие в автоматических выключателях.

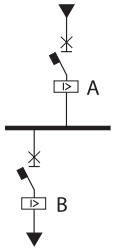
С практической точки зрения

Что касается допусков, кривые срабатывания расцепителей АББ представлены в технических каталогах и программном обеспечении DOCWin. В частности, в модуле кривых программного обеспечения DOCWin кривые как электронных, так и термомагнитных расцепителей включают в себя допуски. Срабатывание расцепителя, следовательно, показано двумя кривыми, одна из которых указывает наибольшее время срабатывания (верхняя кривая), а другая - наименьшее время срабатывания (нижняя кривая).
Для корректного анализа селективности необходимо рассмотреть наихудшие условия, т.е.:
- автоматический выключатель со стороны питания срабатывает в соответствии со своей нижней кривой
- автоматический выключатель со стороны нагрузки срабатывает в соответствии со своей верхней кривой

В отношении действительных токов, протекающих в автоматических выключателях:
- если по автоматическим выключателям пропускается одинаковый ток, достаточно, чтобы не было перекрытия между кривой автоматического выключателя со стороны питания и кривой автоматического выключателя со стороны нагрузки;
- если по двум автоматическим выключателям пропускаются различные токи, необходимо выбрать ряд показательных точек на кривых и убедиться в том, что величины времени срабатывания защиты со стороны питания всегда выше соответствующих величин времени защиты со стороны нагрузки.

В частности, в случае автоматических выключателей, оснащенных **электронными расцепителями**, поскольку ход кривых при I^2t=const, для правильного выполнения проверки достаточно проверить два значения тока:
1,05 x I1[1] автоматического выключателя со стороны питания (значение, ниже которого защита со стороны питания никогда не срабатывает)
1,20XI3 (или I2)[2] автоматического выключателя со стороны нагрузки (значение, выше которого защита со стороны нагрузки обязательно срабатывает, обеспечивая защиту от короткого замыкания)

1,05 x I1 автоматического выключателя со стороны питания
Допуская, что I_A =**1,05xI1**, с учетом сказанного о действительных токах, которые проходят в автоматических выключателях, на стороне нагрузки получаем ток I_B.
Значения времени срабатывания двух устройств выводятся из времятоковых кривых.



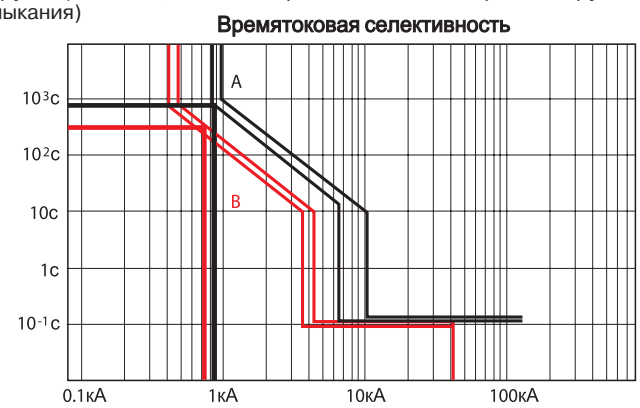
1,20XI3 (или I2) автоматического выключателя со стороны нагрузки
Допуская, что I_B = **1,20XI3 (или I2),** получают таким же образом ток I_A на стороне питания, а из времятоковых кривых двух устройств получают время срабатывания двух устройств.

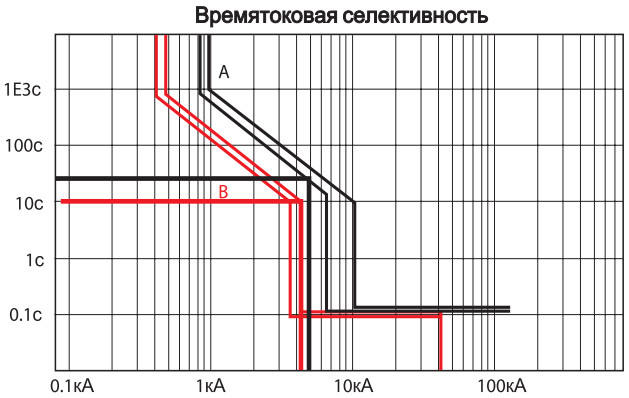
Если следующее условие справедливо для обоих рассмотренных пунктов:

$t_A > t_B$

тогда обеспечивается селективность в зоне перегрузки.

На рисунке сбоку была учтена часть тока от других нагрузок





1 1,05 является минимальным определенным значением несрабатывания, указанным в ГОСТ Р 50030.2. Для некоторых типов автоматических выключателей это значение может варьироваться (см. дополнительную информацию в техническом каталоге).

2 1,2 является максимальным определенным значением срабатывания для защиты от КЗ, указанным в ГОСТ Р 50030.2. Для некоторых типов автоматических выключателей это значение может быть ниже (см. дополнительную информацию в техническом каталоге).

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Методы обеспечения селективности

Токовая селективность

Этот тип селективности основан на положении о том, что чем ближе точка замыкания к источнику питания установки, тем выше ток КЗ. Поэтому можно определить зону, в которой случилось замыкание, путем уставки мгновенных устройств защиты на различные значения тока.

Полную селективность обычно можно получить в конкретных случаях только там, где ток замыкания невысокий, и где между двумя устройствами защиты имеется элемент с высоким полным электрическим сопротивлением (трансформатор, очень длинный кабель или кабель с уменьшенным поперечным сечением и т.д.) и, следовательно, велика разница между значениями токов КЗ.

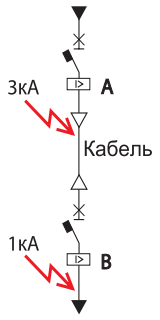
Поэтому данный тип согласования используется, в первую очередь, в конечных распределительных щитах (низкие значения номинального тока и тока КЗ, и высокое полное электрическое сопротивление соединительных кабелей). Для этого анализа обычно используются времятоковые кривые срабатывания устройств защиты. Он, по своему существу, является быстродействующим (мгновенным), прост в реализации и экономичен.

Однако:
- предельный ток селективности обычно низок, и, таким образом, селективность часто является только частичной;
- уровень уставки защиты от сверхтоков быстро растет;
- резервирование защиты, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной линии в случае, если одно из устройств защиты неисправно, является невозможным.

Это тип селективности, который может быть также реализован между автоматическими выключателями одинакового размера и без функции защиты от КЗ с задержкой (S).

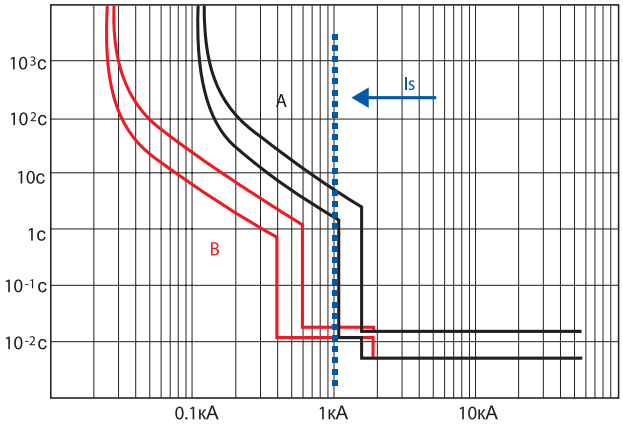
С практической точки зрения

- Уставка защиты от КЗ автоматического выключателя со стороны питания **A** будет установлена на значение, не допускающее его срабатывания при КЗ, которые возникают на стороне нагрузки устройства защиты **B**. (В примере на рисунке $I3_{минA}$ > 1кА)
- Уставка защиты автоматического выключателя со стороны нагрузки **B** будет установлена так, чтобы она срабатывала при КЗ, которые возникают на его стороне нагрузки. (В примере на рисунке $I3_{максB}$ < 1кА)



Естественно, уставки устройств защиты должны учитывать действительные токи, протекающие в автоматических выключателях.

Токовая селективность



Значение предельного тока селективности, которое может быть получено, равно порогу мгновенного срабатывания защиты со стороны питания без какого-либо допуска.

$$Is = I3_{минA}$$

Примечание
Этот предел селективности, связанный с магнитным порогом срабатывания автоматического выключателя со стороны питания, превышается во всех случаях, где реализована энергетическая селективность.
Если уставки, указанные для энергетической селективности, соблюдаются для комбинаций автоматических выключателей со значением энергетической селективности, приведенным в опубликованных АББ "Таблицах координации аппаратов защиты и управления", то необходимо принимать во внимание предел селективности, указанный этих в таблицах, а не тот, который может быть получен посредством вышеприведенной формулы.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Временная селективность

Этот тип селективности представляет собой развитие предыдущего. В данном типе согласования кроме порога срабатывания по току определяется также время срабатывания: определенное значение тока вызывает срабатывание устройств защиты после определенного времени задержки, что позволяет обеспечить срабатывание любых устройств защиты, расположенных ближе к точке замыкания, исключая область, в которой произошла неисправность.

Поэтому стратегия уставки заключается в постепенном повышении порогов тока и задержек срабатывания по мере приближения к источникам питания (уровень уставки, непосредственно соотносится с иерархическим уровнем).

Пороги срабатывания с задержкой должны учитывать допуски двух устройств защиты и действительные токи, которые протекают в этих устройствах.

Разница между задержками, установленными для последовательных устройств защиты, должна учитывать время обнаружения замыкания и время срабатывания устройства на стороне нагрузки, а также время инерции устройства на стороне питания (временной интервал, во время которого устройство защиты может сработать даже после пропадания тока короткого замыкания).

Как и в случае с токовой селективностью, анализ проводится путем сравнения времятоковых кривых срабатывания защитных устройств.

Обычно этот тип согласования:

- легко анализировать и реализовать;
- не очень дорогостоящий в отношении системы защиты;
- позволяет получить высокие значения предела селективности (если значение Icw высокое);
- позволяет обеспечить резервирование устройств защиты.

Однако:

- время срабатывания и уровни энергии, пропускаемые защитными устройствами, особенно близко расположенными к источникам, являются значительными.

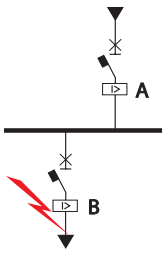
Это тип селективности, который может быть также реализован между автоматическими выключателями одинакового размера, оснащенными электронными расцепителями с защитой от КЗ, срабатывающей с задержкой.

С практической точки зрения

Параметроы функций защиты от КЗ у двух автоматических выключателей должны быть установлены:

- с порогами срабатывания **I2** функций защиты от КЗ с задержкой, отрегулированные таким образом, что не создается перекрытия зон срабатывания, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

- со временем срабатывания **t2** , отрегулированным таким образом, что автоматический выключатель со стороны нагрузки **B** отключает ток замыкания, в то время как автоматический выключатель со стороны питания **A**, который все еще находится в фазе ожидания, способен "увидеть" отключение тока и, следовательно, остается в замкнутом состоянии.



Полученный предельный ток селективности равен:

– порогу мгновенного срабатывания защиты со стороны питания, если эта функция включена, за вычетом допуска:

$Is = I3_{минА}$

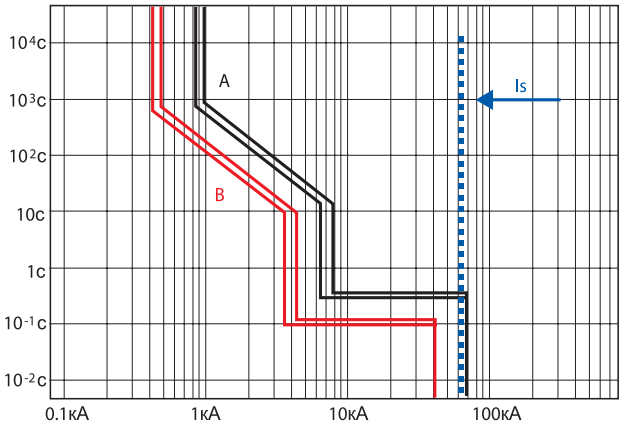
– значению **Icw** для воздушных автоматических выключателей со стороны питания, если функция мгновенной защиты установлена в положение OFF (выкл.).

Примечание

Эти пределы селективности превышаются во всех случаях, когда реализована энергетическая селективность.

Если уставки, указанные для энергетической селективности, соблюдаются для комбинаций автоматических выключателей со значением энергетической селективности, приведенным в опубликованных АББ "Таблицах координации аппаратов защиты и управления", то необходимо принимать во внимание предел селективности, указанный в таблицах, а не тот, который может быть получен согласно указаниям данного параграфа.

Временная селективность



Важные пункты документа можно найти по ссылке

Методы обеспечения селективности

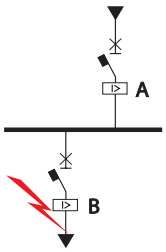
Энергетическая селективность

Согласование энергетического типа является специфическим типом селективности, который основан на токоограничивающих характеристиках автоматических выключателей в литом корпусе. Отмечается, что токоограничивающий автоматический выключатель является “автоматическим выключателем с чрезвычайно малым временем отключения, в течение которого ток короткого замыкания не успевает достичь своего максимальнго значения” (ГОСТ Р 50030.2).
На практике, все автоматические выключатели в литом корпусе серий Isomax и Tmax, модульные автоматические выключатели и воздушные токоограничивающие автоматические выключатели E2L E3L, выпускаемые АББ, имеют более или менее выраженные токоограничивающие характеристики.
В условиях КЗ эти автоматические выключатели имеют чрезвычайно высокое быстродействие (время срабатывания порядка нескольких миллисекунд) и размыкаются при наличии значительной апериодической составляющей. Поэтому для анализа данного согласования невозможно использовать времятоковые кривые срабатывания автоматических выключателей, полученные с учетом действующих значений периодических составляющих.
Эти явления, в основном, динамические (из-за пропорциональности квадрату значения мгновенного тока) и существенно зависят от взаимодействия между двумя последовательными устройствами. Поэтому значения энергетической селективности не могут быть определены конечным пользователем.
Производители предоставляют таблицы, счетные линейки и программы расчета, в которых указаны значения предельного тока селективности **Is** при КЗ между различными комбинациями автоматических выключателей. Эти значения определяются путем теоретического объединения результатов испытаний, проведенных в соответствии с указаниями Приложения А ГОСТ Р 50030.2.

С практической точки зрения

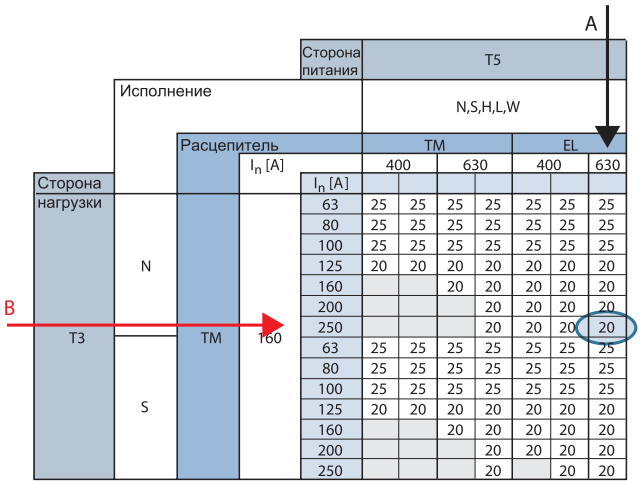
Защитные устройства от КЗ двух автоматических выключателей должны учитывать условия, указанные ниже.

- **Расцепитель термомагнитного типа со стороны питания**
  пороги магнитного срабатывания должны быть такими, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях;
  магнитный порог срабатывания автоматического выключателя со стороны питания должен быть равен или выше 10xIn или быть установленным на максимальное значение, если оно регулируется.
- **Расцепитель электронного типа со стороны питания**
  все функции защиты от КЗ с задержкой S должны быть отрегулированы в соответствии с теми же указаниями, которые действительны в отношении селективности по времени;
  функция мгновенной защиты I автоматических выключателей со стороны питания должна быть выключена

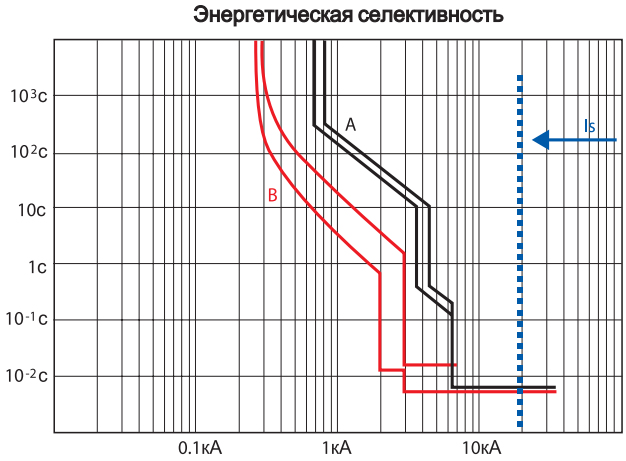


I3=OFF

Полученный предельный ток селективности **Is** - это ток, указанный в таблицах, которые АББ предоставляет клиенту.



Сторона нагрузки	Исполнение	Расцепитель	I_n [A]	Сторона питания	T5						
					N,S,H,L,W						
					TM				EL		
					400		630		400		630
				I_n [A]							
T3	N	TM	160	63	25	25	25	25	25	25	25
				80	25	25	25	25	25	25	25
				100	25	25	25	25	25	25	25
				125	20	20	20	20	20	20	20
				160			20	20	20	20	20
				200				20	20	20	20
				250				20	20	20	20
	S			63	25	25	25	25	25	25	25
				80	25	25	25	25	25	25	25
				100	25	25	25	25	25	25	25
				125	20	20	20	20	20	20	20
				160			20	20	20	20	20
				200				20	20	20	20
				250				20		20	20



Важные пункты документа можно найти по ссылке

Зонная селективность

Этот тип селективности представляет собой развитие временной селективности.
В общем, зонная селективность реализуется с помощью диалога между токоизмерительными устройствами, что при обнаружении превышения порога срабатывания установки позволяет точно определить зону неисправности и отключить подачу электропитания только в эту зону.
Она может быть реализована двумя способами:
– измерительные устройства направляют информацию о превышении порога уставки тока системе контроля, и последняя определяет, какое устройство должно сработать;
– когда имеются значения тока, которые выше соответствующих уставок, то каждое защитное устройство направляет сигнал блокировки посредством прямого соединения или шины на иерархически более высокий уровень защиты (на стороне питания по отношению к направлению потока мощности) и, до срабатывания, проверяет, что аналогичный сигнал блокировки не поступил от защитного устройства со стороны нагрузки. Таким образом, вмешивается только защита, расположенная непосредственно со стороны питания источника от точки неисправности.
Второй случай обеспечивает определенно меньшее время срабатывания. По сравнению с временной селективностью, более не требуется повышать намеренную задержку по мере приближения к источнику питания. Задержка может быть уменьшена на время, требующееся для приема возможного сигнала блокировки от защитного устройства со стороны нагрузки.
Этот тип селективности подходит для радиальных сетей и, в сочетании с направленной защитой, подходит также для узловых сетей.
По сравнению с временной селективностью, зонная селективность обеспечивает:
- сокращение времени срабатывания (оно может быть ниже сотни миллисекунд);
- снижение как степени повреждения, вызываемого замыканием, так и вмешательства в систему электропитания;
- снижение тепловых и динамических нагрузок на части установки;
- получение очень большого количества уровней селективности.

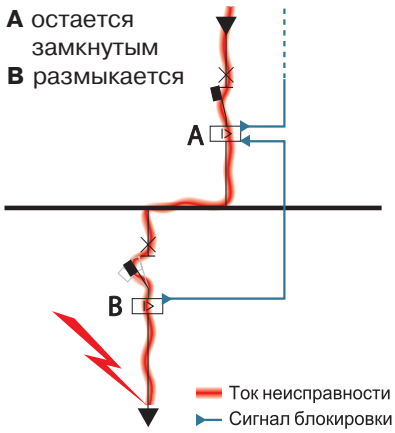
Однако:
- Она более обременительна как с точки зрения стоимости, так и сложности установки;
- она требует наличия дополнительного источника питания.

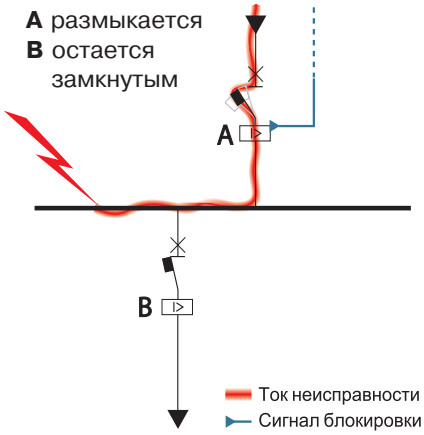
Поэтому данное решение, в основном, используется в системах с высоким номинальным током и высокими значениями тока КЗ, с обязательными требованиями безопасности и непрерывности эксплуатации: В частности, имеется много примеров логической селективности в коммутационно-распределительных устройствах, стоящих непосредственно со стороны нагрузки трансформаторов и генераторов.

С практической точки зрения
Этот тип селективности может быть реализован:
- между воздушными автоматическими выключателями Emax, оснащенными расцепителями PR122 и PR123.
  Предельный ток селективности, который может быть получен, равен Icw **Is = Icw**
- между автоматическими выключателями в литом корпусе Tmax T4L,T5L и T6L, оснащенными расцепителями PR223 EF.
  Предельный ток селективности, который может быть получен, составляет 100 кА **Is = 100 кА**

Тогда, с помощью дополнительного модуля **IM210**, можно создать цепь зонной селективности между выключателями серий Tmax и Emax. также можно реализовать цепь селективности, включая аппараты защиты СН компании АББ.

Принцип действия зонной селективности между автоматическими выключателями **АББ** следующий:
При значениях тока выше своих уставок каждое защитное устройство направляет сигнал блокировки через прямое соединение или шины на иерархически более высокий уровень защиты (на стороне питания по отношению к направлению потока мощности) и, до срабатывания, проверяет, что аналогичный сигнал блокировки не поступил от устройства защиты со стороны нагрузки. Таким образом, срабатывает только защита, расположенная непосредственно со стороны питания от места замыкания.





Важные пункты документа можно найти по ссылке

Как обеспечить селективность автоматических выключателей АББ

В следующих разделах будет проведен детальный анализ того, как обеспечить селективность с различных типов автоматических выключателей АББ. Каждая глава посвящена конкретной комбинации автоматических выключателей и методам реализации селективности между ними. Эта публикация содержит указания для быстрого выбора регулировок автоматических выключателей для обеспечения селективности.

Данные указания относительно регулировок расцепителей являются общезначимыми и используются для быстрого выбора уставок.
Здесь приведено краткое описание различных типов автоматических выключателей АББ, рассмотренных в данной публикации.

Типы автоматических выключателей АББ

MCB

Миниатюрные (модульные) автоматические выключатели (MCB)

Этот тип представлен серией автоматических выключателей System *Pro-M Compact*.
Они оснащены термомагнитными расцепителями, характеристики срабатывания которых соответствуют Стандартам МЭК 60898, ГОСТ Р 50345 и DIN VDE 0660.
Эти автоматические выключатели имеют отключающую способность (Icu) в соответствии с МЭК 60947-2, ГОСТ Р 50030.2, пределы энергетической селективности также указаны в этих Стандартах.

MCCB

Автоматические выключатели в литом корпусе (MCCB)

Это выключатели серий Tmax и Isomax.
Они могут быть оснащены термомагнитными или электронными расцепителями.
Самый современный электронный расцепитель серии Tmax - это расцепитель PR223EF, позволяющий реализовать зонную селективность между автоматическими выключателями в литом корпусе.

ACB

Воздушные автоматические выключатели (ACB)

Это выключатели серии Emax.
Они могут быть оснащены электронными расцепителями.
Самые современные электронные расцепители серии Emax - это расцепители PR122/P, позволяющие реализовать зонную селективность, и расцепители PR123/P, которые, кроме зонной селективности, также позволяют реализовать направленную зонную селективность.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность MCB-MCB

Это автоматические выключатели с термомагнитным расцепителем а, следовательно, невозможно обеспечить временную селективность, не говоря о зонной селективности.

Два метода селективности, которые можно использовать, - это токовая селективность и энергетическая селективность. В зависимости от типа MCB на стороне питания, можно реализовать либо один, либо другой метод.

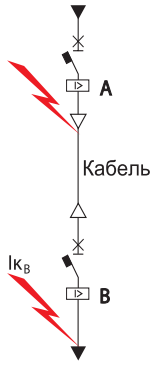
Сторона питания - S200/Сторона нагрузки - S200

Между двумя автоматическими выключателями серии S200 можно реализовать только токовую селективность.
В частности, действительны следующие предписания:

- В **зоне перегрузки** автоматический выключатель со стороны нагрузки должен срабатывать быстрее автоматического выключателя со стороны питания, с учетом допусков и действующих токов, протекающих в автоматических выключателях.

В **зоне КЗ**, с учетом:

$I3_{минA}$ низший магнитный порог срабатывания автоматического выключателя со стороны питания **A**
$I3_{максB}$ верхний магнитный порог срабатывания автоматического выключателя со стороны нагрузки **B**
$Iк_B$ максимальный ожидаемый ток КЗ на стороне нагрузки **B**



Если следующие отношения подтверждаются:

$I3_{минA} > Iк_B$

$I3_{максB} < Iк_B$

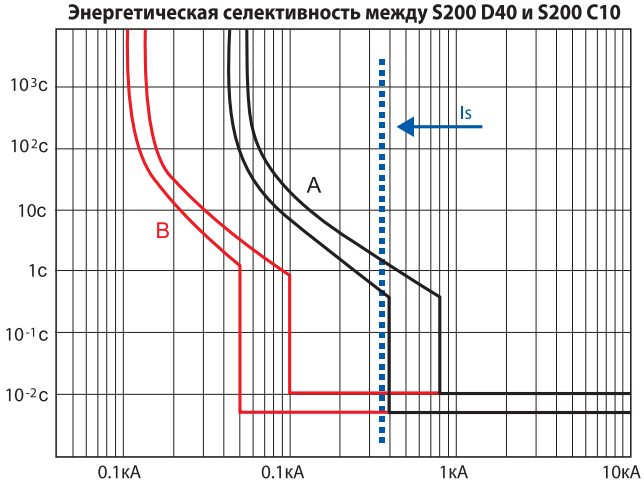
можно говорить о **полной селективности**.

В противном случае, имеется **частичная селективность**, и предельный ток селективности будет:

$Is = I3_{минA}$

Это при допущении, что магнитные пороги срабатывания автоматического выключателя со стороны питания и автоматического выключателя со стороны нагрузки не создают перекрытия зон срабатывания, с учетом действительных токов, протекающих в выключателях.

Энергетическая селективность между S200 D40 и S200 C10

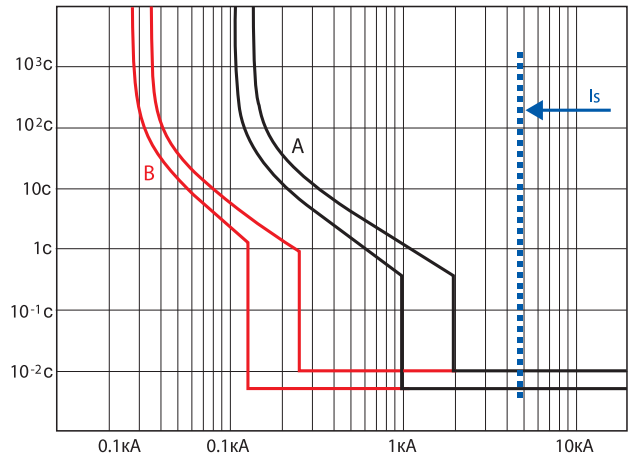


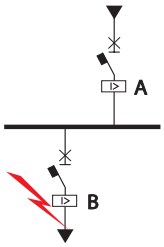
Сторона питания S290D-S500D/ Сторона нагрузки - S200

АББ предоставляет таблицы селективности между автоматическими выключателями S500, кривая D, или S290, кривая D, на стороне питания и автоматическими выключателями серии S200 на стороне нагрузки. Эти таблицы содержат значения энергетической селективности.
В частности, для значений таблиц, которые следует считать действительными, имеют силу следующие предписания:

- в **зоне перегрузки** автоматический выключатель на стороне нагрузки должен срабатывать быстрее автоматического выключателя со стороны питания, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.
- в **зоне КЗ** нижний магнитный порог срабатывания автоматического выключателя со стороны питания и верхний магнитный порог срабатывания автоматического выключателя со стороны нагрузки должны быть такими, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

Энергетическая селективность между S290 D100 и S200L C25





Полученный предельный ток селективности **Is** - это ток, указанный в таблицах, которые АББ предоставляет клиенту.

A

Сторона нагрузки	Характеристика	I_{cu} [kA]	Сторона питания	S290		S500			
				D		D			
				15		50			
			I_n [A]	80	100	32	40	50	63
S200L	C	6	6-8	T	T	1.5	2	2	5.5
			10	5	T	1	1.5	2	3
			13	4.5	T		1.5	2	3
			16	4.5	T			2	3
			20	3.5	5				2.5
			25	3.5	5				
			32		4.5				
			40						

B

Важные пункты документа можно найти по ссылке

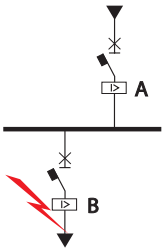
Селективность MCCB-MCB

Здесь проводится анализ случая обеспечения селективности между автоматическим выключателем в литом корпусе на стороне питания и модульным автоматическим выключателем на стороне нагрузки.

В данном случае, благодаря различному размеру двух автоматических выключателей, всегда возможно получить энергетическую селективность.

Сторона питания - T1-T2-T3-T4/Сторона нагрузки - MCB

В публикации “Таблицы координации” имеются таблицы с указанием автоматических выключателей серий Tmax T1, T2, T3 и T4 на стороне питания и модульных автоматических выключателей (MCB) серий S200, S290 и S500. Указанные значения энергетической селективности действительны при подтверждении описанных ниже условий.



Зона перегрузки

В зоне перегрузки автоматический выключатель со стороны нагрузки должен срабатывать быстрее автоматического выключателя со стороны питания, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

Зона КЗ

Автоматический выключатель термомагнитного типа со стороны питания

Магнитный порог срабатывания должен быть:

- выше или равным 10xIn, если магнитный порог срабатывания фиксированный (TMD)
- установлен на максимальное значение, если магнитный порог срабатывания регулируемый (TMA)
- таким, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с автоматическим выключателем со стороны нагрузки, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

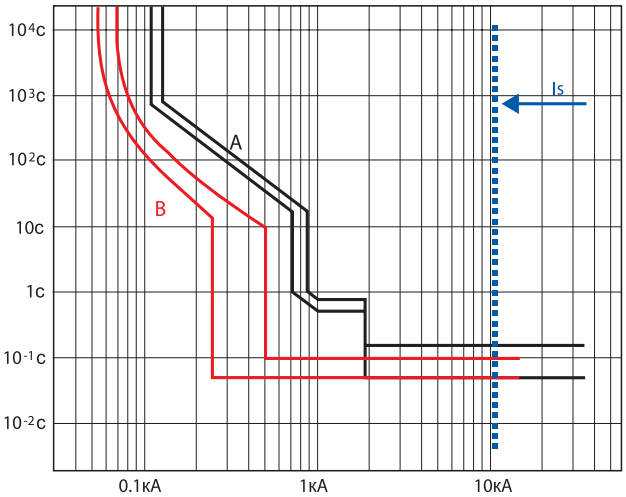
Автоматический выключатель электронного типа со стороны питания

Функция мгновенной защиты **I** должна быть установлена в положение OFF (выкл.)

I3=OFF

Порог тока **I2** функции **S**, с учетом какого-либо допуска, должен быть отрегулирован так, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с верхним магнитным порогом срабатывания автоматического выключателя со стороны нагрузки $I3_{макс B}$, с учетом действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

Селективность между T2160 PR221 In100 и S280 C50



В отношении **t2** времени срабатывания функции **S**:

$t2_A \geq$ **100мс** как при **I²t=const** ,так и при **t=const**

Полученный предельный ток селективности **Is** - это ток, указанный в публикации “Таблицы координации аппаратов защиты и управления”.

			Сторона питания	T2																	
			Исполнение	N,S,H, L																	
			Расцепитель	TM,M												EL					
			I_u [A]	160																	
Сторона нагрузки	Характеристика	I_{cu} [kA]	I_n [A]	12.5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	10	25	63	100	160
S200P	C	25	≤ 2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	T	T	T	T	T	T	T
			4	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	T	T	T	T	T	T	T
	B- C		6	5.5*	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	10.5	15	17	T	T		T	T	T	T
			8			5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	10.5	15	17	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	4.5	7.5	8.5	17	T	T		T	T	T	T
			13			3*		3	3	4.5	7.5	7.5	12	20	T		T	T	T	T
			16					3*	3	4.5	5	7.5	12	20	T			T	T	T
			20					3*		3	5	6	10	15	T			T	T	T
			25							3*	5	6	10	15	T			T	T	T
		15	32							3*		6	7.5	12	T			T	T	T
			40									5.5*	7.5	12	T					T
			50									3*	5*	7.5	10.5				10.5	10.5
			63										5*		10.5					10.5

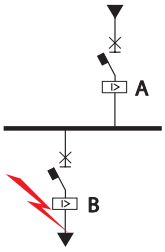
A

B

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Сторона питания - T5-T6-S7-S8/Сторона нагрузки - MCB

При наличии автоматических выключателей в литом корпусе Tmax T5, T6 и Isomax S7, S8 и модульных автоматических выключателей (MCB) на стороне нагрузки всегда имеется **полная селективность**, если подтверждаются нижеуказанные условия.



Зона перегрузки

В зоне перегрузки автоматический выключатель со стороны нагрузки должен срабатывать быстрее автоматического выключателя со стороны питания, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

Зона КЗ

Автоматический выключатель термомагнитного типа со стороны питания

Магнитный порог срабатывания должен быть:

- выше или равным 10xIn, если магнитный порог срабатывания фиксированный (TMD)
- установлен на максимальное значение, если магнитный порог срабатывания регулируемый (TMA)
- таким, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с автоматическим выключателем со стороны нагрузки, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

Автоматический выключатель электронного типа со стороны питания

Функция мгновенной защиты **I** должна быть установлена в положение OFF (выкл.)

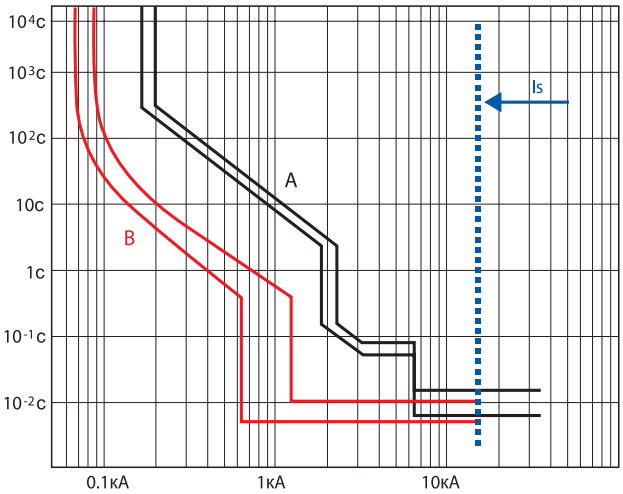
I3=OFF

Порог тока **I2** функции **S**, исключая какой-либо допуск, должен быть отрегулирован так, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с верхним магнитным порогом автоматического выключателя со стороны нагрузки $\mathbf{I3_{макс B}}$, с учетом действительных токов, протекающих в выключателях.

В отношении времени срабатывания **t2** функции **S**:

$\mathbf{t2_A \geq 100}$ **мс** как при **I²t=const** ,так и при **t=const**

Селективность между T5N400 PR221In320 и S284 D63



Предельный ток селективности **Is** является меньшим значением между отключающей способностью автоматического выключателя со стороны питания и отключающей способностью автоматического выключателя со стороны нагрузки.
Ссылаясь на пример, приведенный на рисунке выше

S284D63	**Icu = 15 кА**
T5N400	**Icu = 36 кА**
следовательно	**Is = 15 кА**

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность МССВ-МССВ

Здесь проводится анализ случая обеспечения селективности между двумя автоматическими выключателями в литом корпусе. В этом случае можно использовать различные методы для обеспечения селективности между автоматическими выключателями:

Токовая селективность
для комбинаций автоматических выключателей, которые не имеют значения энергетической селективности, когда элемент с высоким полным электрическим сопротивлением расположен между ними

Временная селективность
для комбинаций автоматических выключателей, которые не имеют значения энергетической селективности, а автоматический выключатель со стороны питания оснащен электронным расцепителем

Энергетическая селективность
для комбинаций, указанных в публикации “Таблицы координации аппаратов защиты и управления”

Зонная селективность
для автоматических выключателей Tmax, оснащенных расцепителями PR223EF

Токовая селективность
Обеспечение токовой селективности между автоматическими выключателями в литом корпусе может оказаться необходимым, если имеются автоматические выключатели одинакового размера, для которых не имеется значений энергетической селективности в таблицах.
В любом случае, можно получить только низкие значения селективности на уровне максимум в 10 раз больше номинального тока **In** расцепителя на стороне питания.
Для обеспечения токовой селективности необходимо соблюдать следующие предписания:

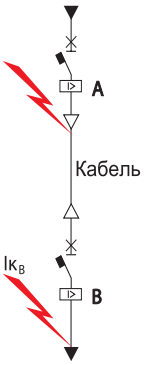
В **зоне перегрузки** автоматический выключатель со стороны нагрузки должен срабатывать быстрее автоматического выключателя со стороны питания, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

В **зоне КЗ**, с учетом:

$I3_{минA}$ нижний магнитный порог срабатывания автоматического выключателя со стороны питания **A**

$I3_{максB}$ верхний магнитный порог срабатывания автоматического выключателя со стороны нагрузки **B**

$Iк_B$ максимальный ожидаемый ток КЗ на стороне нагрузки **B**

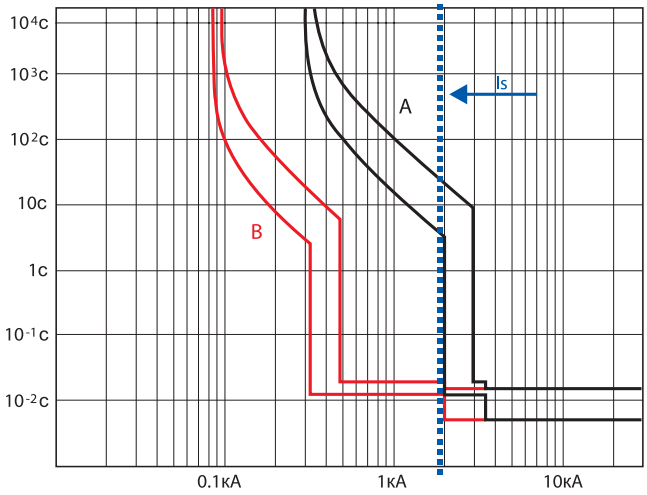


Если следующие отношения подтверждаются:
$I3_{минA} > Iк_B$
$I3_{максB} < Iк_B$
можно говорить о **полной селективности**.

В противном случае, имеется **частичная селективность**, и предельный ток селективности будет:
$Is = I3_{минA}$

Это при допущении, что магнитные пороги срабатывания автоматического выключателя со стороны питания и автоматического выключателя со стороны нагрузки не создают перекрытия зон срабатывания, с учетом действительных токов, протекающих в выключателях.

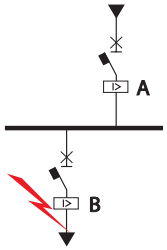
Токовая селективность T4N250 TMA250 и T4N250 TMA80



Важные пункты документа можно найти по ссылке

Временная селективность

Обеспечение селективности по току между автоматическими выключателями в литом корпусе может оказаться необходимым, если имеются автоматические выключатели одинакового размера, для которых не имеется значений энергетической селективности в таблицах, и автоматический выключатель со стороны питания оснащен электронным расцепителем с функцией S (T2-T4-T5-T6-S7-S8).
В любом случае, можно получить только низкие значения селективности на уровне максимум в 10 - 12 раз больше номинального непрерывного тока **Iu** автоматического выключателя со стороны питания.



Для обеспечения временной селективности необходимо соблюдать следующие предписания:

В **зоне перегрузки** автоматический выключатель со стороны нагрузки должен срабатывать быстрее автоматического выключателя со стороны питания, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

В **зоне КЗ**

- порог тока $I2_A$ функции **S** автоматического выключателя со стороны питания должен быть отрегулирован таким образом, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с порогом тока защиты от КЗ (**I3** или **I2**) автоматического выключателя со стороны нагрузки, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

- В отношении времени срабатывания **t2** функции **S**, регулировки выключателей MCCB на стороне питания указаны ниже в соответствии с уставкой/типом MCCB на стороне нагрузки:

  когда порог срабатывания $I2_A$ автоматического выключателя со стороны питания выше мгновенной защиты автоматического выключателя со стороны нагрузки (магнитный, **I3=ON** (вкл.) или самозащита), то действительно следующее:

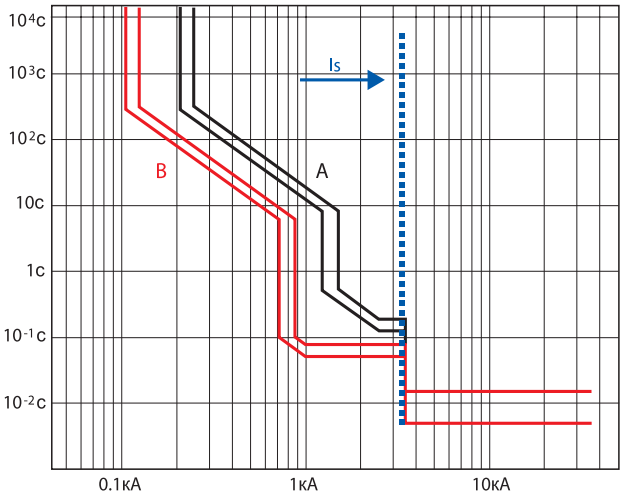
  $t2_A \geq$ **150 мс**, если I^2t **=const**

  $t2_A \geq$ **100 мс**, если **t =const**

  когда порог срабатывания $I2_A$ автоматического выключателя со стороны питания выше только порога $I2_B$ автоматического выключателя со стороны нагрузки, то, при использовании кривых с теми же характеристиками, действительно следующее:

  $t2_A$ **- допуск** $\geq t2_B$ **+ допуск + 50 мс**

Временная селективность между двумя T4



Это отношение должно учитываться, когда посредством диалога или блока PR010T используются электронные уставки. В чаще встречающихся случаях - применение имеющихся уставок посредством DIP-переключателей - значения, указанные в таблицах, должны соответствовать:

	уставка времени t2		
MCCB на стороне питания	$t2_A$=250	$t2_A$=250	$t2_A$=500
MCCB на стороне нагрузки	$t2_B$=50	$t2_B$=100	$t2_B$=250

Примечание
Указания о регулировках расцепителей являются общезначимыми и используются для быстрого выбора уставок, обеспечивающих селективность. Для конкретных комбинаций автоматических выключателей и конкретных условий установки АББ может предоставить указания, которые не учитывают правил, содержащихся в данном документе, однако способны обеспечить селективность.

Предельный ток селективности равен порогу мгновенного срабатывания I3 вышерасположенного автоматического выключателя минус допуск

$$Is = I3_{минA}$$

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность МССВ-МССВ

Энергетическая селективность

АББ предоставляет клиенту таблицы координации, в которых указаны значения энергетической селективности при 415 В между возможными комбинациями автоматических выключателей в литом корпусе.

Так как автоматические выключатели в литом корпусе могут быть оснащены термомагнитными и электронными расцепителями, которые являются регулируемыми, клиенту необходимо выполнить некоторые проверки для обеспечения селективности до значения тока КЗ, указанного в таблицах.

В **зоне перегрузки** автоматический выключатель со стороны нагрузки должен срабатывать быстрее автоматического выключателя со стороны питания, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

В **зоне КЗ**

Автоматический выключатель термомагнитного типа со стороны питания (T1-T2-T3-T4-T5-T6)

Магнитный порог срабатывания должен быть:

- выше или равным 10xIn, если магнитный порог срабатывания фиксированный (TMD)
- установлен на максимальное значение, если магнитный порог срабатывания регулируемый (TMA)
- таким, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с автоматическим выключателем со стороны нагрузки, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

Автоматический выключатель электронного типа со стороны питания (T2-T4-T5-T6-S7-S8)

- Функция мгновенной защиты **I** должна быть установлена в положение OFF (выкл.)

I3=OFF

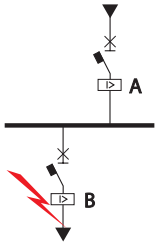
- порог срабатывания $I2_A$ автоматического выключателя со стороны питания должен быть отрегулирован таким образом, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с порогом срабатывания защиты от КЗ (I3 или I2) автоматического выключателя со стороны нагрузки, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.
- В отношении времени срабатывания **t2** функции **S**, уставки выключателей МССВ со стороны питания указаны ниже в соответствии с уставкой/типом МССВ на стороне нагрузки: когда порог срабатывания $I2_A$ автоматического выключателя со стороны питания выше мгновенной защиты автоматического выключателя со стороны нагрузки (магнитный, I3=ON (вкл.) или самозащита), действительно следующее:

  $t2_A$≥ 150 мс, если **I^2t =const**

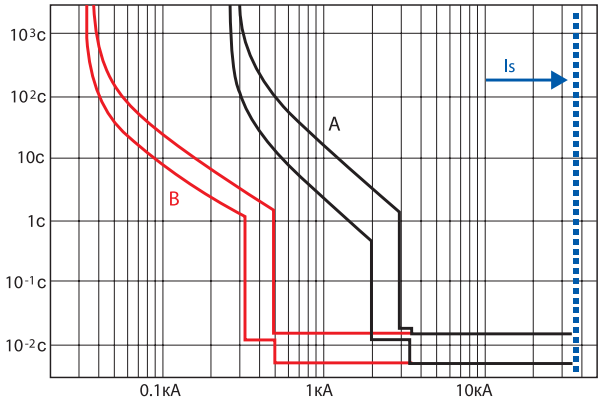
  $t2_A$≥ 100 мс, если **t =const**

  когда порог срабатывания$I2_A$ автоматического выключателя со стороны питания выше только порога $I2_B$ автоматического выключателя со стороны нагрузки, то, при использовании кривых с теми же характеристиками, действительно следующее:

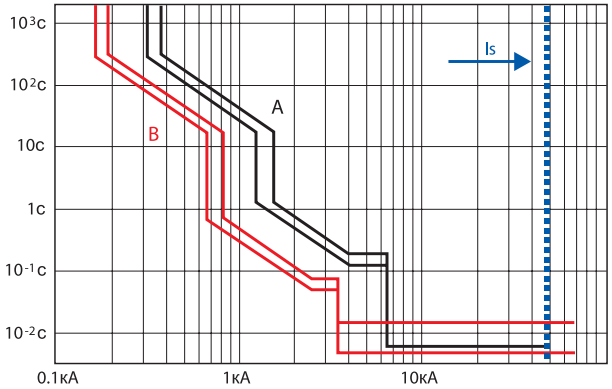
$$t2_A \text{ - допуск} \geq t2_B + \text{допуск} + 50 \text{ мс}$$



Энергетическая селективность между выключателями в литом корпусе с термомагнитными расцепителями



Энергетическая селективность между выключателями в литом корпусе с термомагнитными расцепителями



Это отношение должно учитываться, если посредством диалога или блока PR010T используются электронные уставки. В чаще встречающихся случаях - применение имеющихся уставок посредством DIP-переключателей - значения, указанные в таблицах, должны соответствовать:

	уставка времени t2	
МССВ на стороне питания $t2_A$=250	$t2_A$=250	$t2_A$=500
МССВ на стороне нагрузки$t2_B$=50	$t2_B$=100	$t2_B$=250

Примечание

Указания о регулировках расцепителей являются общезначимыми и используются для быстрого выбора уставок, обеспечивающих селективность. Относительно конкретных комбинаций автоматических выключателей и конкретных условий установки АББ может предоставить указания, которые не учитывают правил, содержащихся в данном документе, однако способны обеспечить селективность.

Полученный предельный ток селективности **Is** - это ток, указанный в публикации “Таблицы координации аппаратов защиты и управления”.

MCCB - Tmax T5 @ 400/415 B

				Сторона питания	S6		S7		
	Исполнение				N,S,H, L		S,H, L		
		Расцепитель			TM	EL	EL		
			I_u [A]		800		1250		1600
Сторона нагрузки				I_n [A]	800	800	1000	1250	1600
T5	N, S, H, L, V	TM	400	320	30	30	T	T	T
				400	30	30	T	T	T
			630	500		30	T	T	T
				630			T	T	T
		EL	400	320	30	30	T	T	T
				400	30	30	T	T	T
			630	630			T	T	T

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Зонная селективность (T4L-T5L-T6L)

Посредством нового электронного расцепителя PR223EFвозможно реализовать зонную селективность между автоматическими выключателями в литом корпусе (MCCB) серий Tmax T4L, T5L и T6L.
PR223EF реализует новую функцию защиты **EF**, способную обнаружить КЗ в самом начале его возникновения. Это происходит благодаря “прогнозированию” замыкания, на основе анализа тенденции производной тока по времени, di(t)/dt в сравнении с i(t).
Если защита **EF** включена, она срабатывает при неисправностях значительного масштаба, заменяя мгновенную функцию защиты **I** от КЗ при наличии вспомогательного источника питания.
Между расцепителями **PR223EF** зонная селективность реализуется одновременно по функциям S, G и EF. Она выполняется с помощью протокола взаимоблокировки (взаимоблокировка, **IL**), что гарантируется двумя экранированными кабелями типа “витая пара” для шины modbus RS485, которые соединяют автоматические выключатели, оснащенные расцепителями PR223EF (дополнительную информацию об этом типе кабеля можно получить в АББ).
В случае КЗ автоматический выключатель, установленный непосредственно со стороны питания, посредством шины направляет сигнал блокировки на иерархически более высокий уровень защиты и, до срабатывания, проверяет, что аналогичный сигнал блокировки не поступил от защиты со стороны нагрузки.
Целостность системы проверяется функцией контроля: в случае КЗ, если в системе взаимоблокировки обнаружена неисправность, срабатывает функция защиты EF (со временем срабатывания порядка десятка мс), но зонная селективность не обеспечивается.
Кроме того, если автоматический выключатель со стороны нагрузки не срабатывает, он запрашивает поддержку автоматического выключателя со стороны питания, который размыкается даже в том случае, если он не обнаруживает неисправность (функция **SOS**).
Для работы функции защиты EF и зонной селективности требуется вспомогательное питание 24 В постоянного тока.
Предельный ток селективности, который может быть получен, составляет 100 кА

Is=100 kA

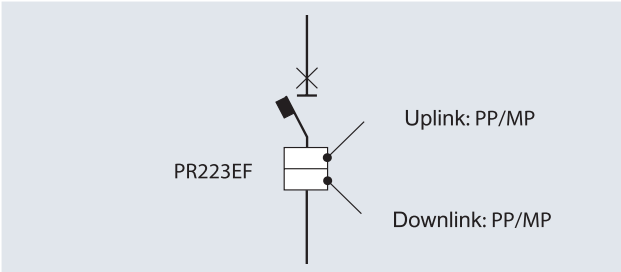
Все защитные функции могут быть запрограммированы дистанционно, с использованием диалоговой функции у расцепителя, или на месте, с помощью модуля PR010/T, который может быть подсоединен к последовательному порту на передней панели расцепителя PR223EF.
Одно из основных преимуществ использования зонной селективности между выключателями MCCB заключается в том, что она дает возможность уменьшить размер автоматических выключателей.
Действительно, при обеспечении селективности между автоматическими выключателями в литом корпусе с применением классических методов часто необходимо увеличить размер автоматических выключателей со стороны питания для получения порогов селективности, соответствующих току КЗ в установке.
С помощью расцепителей PR223EF с соответствующими кабелями возможно получить селективность 100 кА даже между двумя автоматическими выключателями одинакового размера.
Ниже (см. стр. 22 и 23) приведен пример того, как с помощью зонной селективности между автоматическими выключателями в литых корпусах можно обеспечить уменьшение размеров и значительное снижение пикового тока и удельной энергии, пропускаемых через автоматические выключатели, и при этом все же сохранить полную селективность.

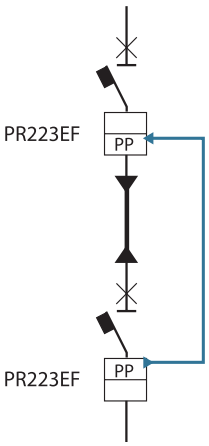
Конфигурация блокировки

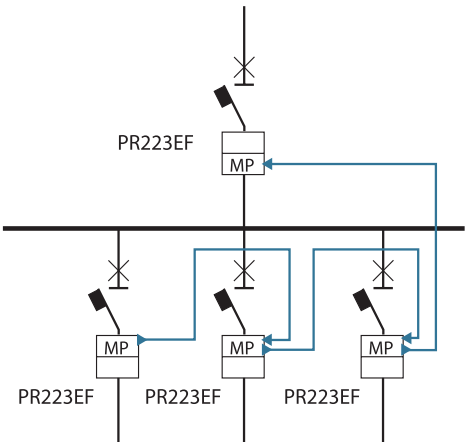
Каждый расцепитель характеризуется:
- входом, предназначенным для соединения с расцепителем на стороне питания “**Uplink**”
- выходом, предназначенным для соединения с расцепителем на стороне нагрузки “**Downlink**”

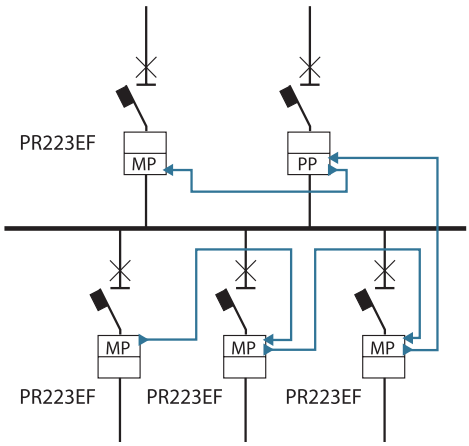
Каждый из них может быть конфигурирован двумя способами: **PP** (точка-точка) или **MP** (многоточечный) в соответствии с условиями установки, в которой применяются расцепители.

Основные конфигурации указаны ниже:







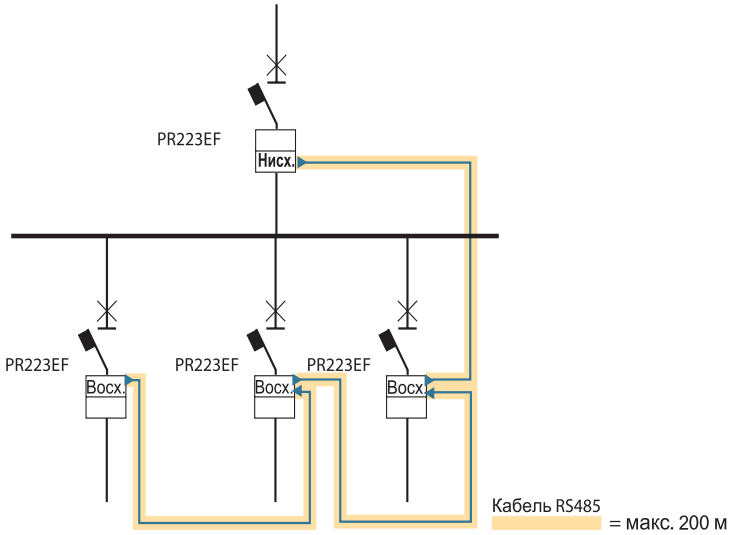


Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность MCCB-MCCB

Основные параметры и характеристики расцепителя:

Задержка срабатывания	Включение данного параметра вводит задержку срабатывания в случае, когда на стороне нагрузки расцепителя установлены малоразмерные Tmax или модульные автоматические выключатели. Цель введения этого параметра заключается в получении селективности с другими устройствами на стороне нагрузки, не оснащенными расцепителем PR223EF. Данный параметр включается только в автоматических выключателях, которые имеют устройство за пределами цепи зонной селективности на стороне нагрузки.
Включить/выключить EF	Включение/выключение защиты **EF**. Если защита **EF** включается: наличие Udоп приводит к автоматическому исключению функции **I** и к включению защиты **EF** отсутствие Udоп приводит к исключению защиты **EF** и к возврату функции **I** (если включена).
100 кА	Предельный ток селективности, который может быть получен у расцепителя PR223EF с соответствующим кабельным соединением и соответствующим питанием.
16	максимальное количество расцепителей, которые могут быть подсоединены к шине одного уровня.
200 метров	максимальная общая длина соединительного кабеля. Кабельное соединение различных расцепителей выполняется в виде классической “топологии шины” (см. рисунок).



Указания об уставках

Для обеспечения полной селективности с помощью расцепителей PR223EF с соответствующим кабельным соединением и питанием, как в случае перегрузки, так и в случае КЗ, рекомендуется произвести следующий выбор и следующие уставки между различными автоматическими выключателями:

Перегрузка

- Убедитесь, что отсутствует перекрытие зон срабатывания защитных функций **L** (от перегрузки), с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

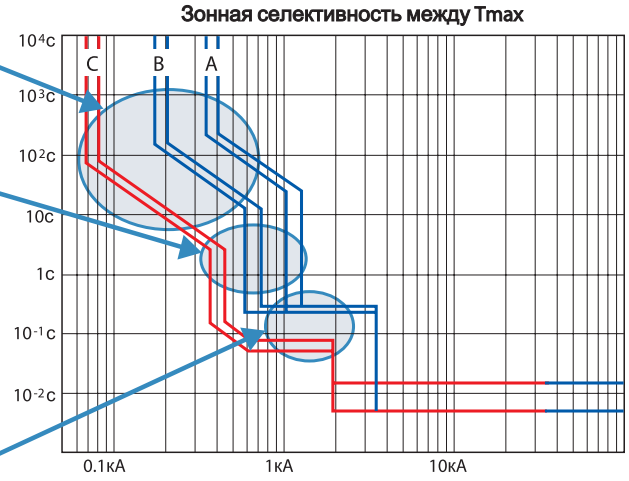
Короткое замыкание

- Отсутствие перекрытия зон срабатывания порогов тока **I2** функции **S,** с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

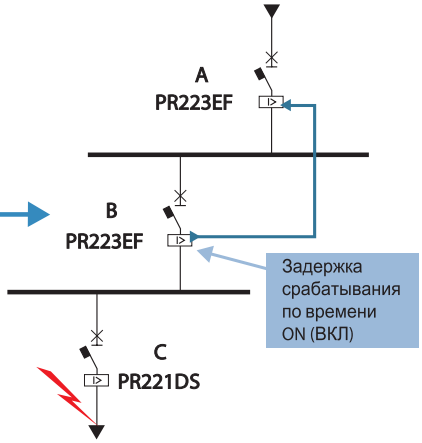
- Время срабатывания **t2**
  Регулировка таким образом, чтобы реализовать временную селективность с любым автоматическим выключателем со стороны нагрузки, расположенным за пределами цепи зонной селективности.
  Между автоматическими выключателями, оснащенными расцепителями PR223EF и взаимно заблокированными, если А является автоматическим выключателем со стороны питания и В - автоматическим выключателем со стороны нагрузки, должно иметь силу следующее:
  t2 A ≥ t2 B.

По возможности, рекомендуется обеспечить и временную селективность между заблокированными автоматическими выключателями для того, чтобы обеспечить частичную селективность в случае потери вспомогательного питания.

- Функция мгновенной защиты **I**
  Эта защитная функция автоматически отключается при включении функции EF и при наличии вспомогательного питания. Поэтому данные уставки важны в случае потери Uдоп.



- **Задержка срабатывания**
  Путем включения этого параметра у расцепителей, которые имеют автоматический выключатель непосредственно на стороне нагрузки, не оснащенный расцепителем PR223EF, селективность обеспечивается выключателем Tmax меньшего размера или выключателями MCB, размещенными на стороне нагрузки.



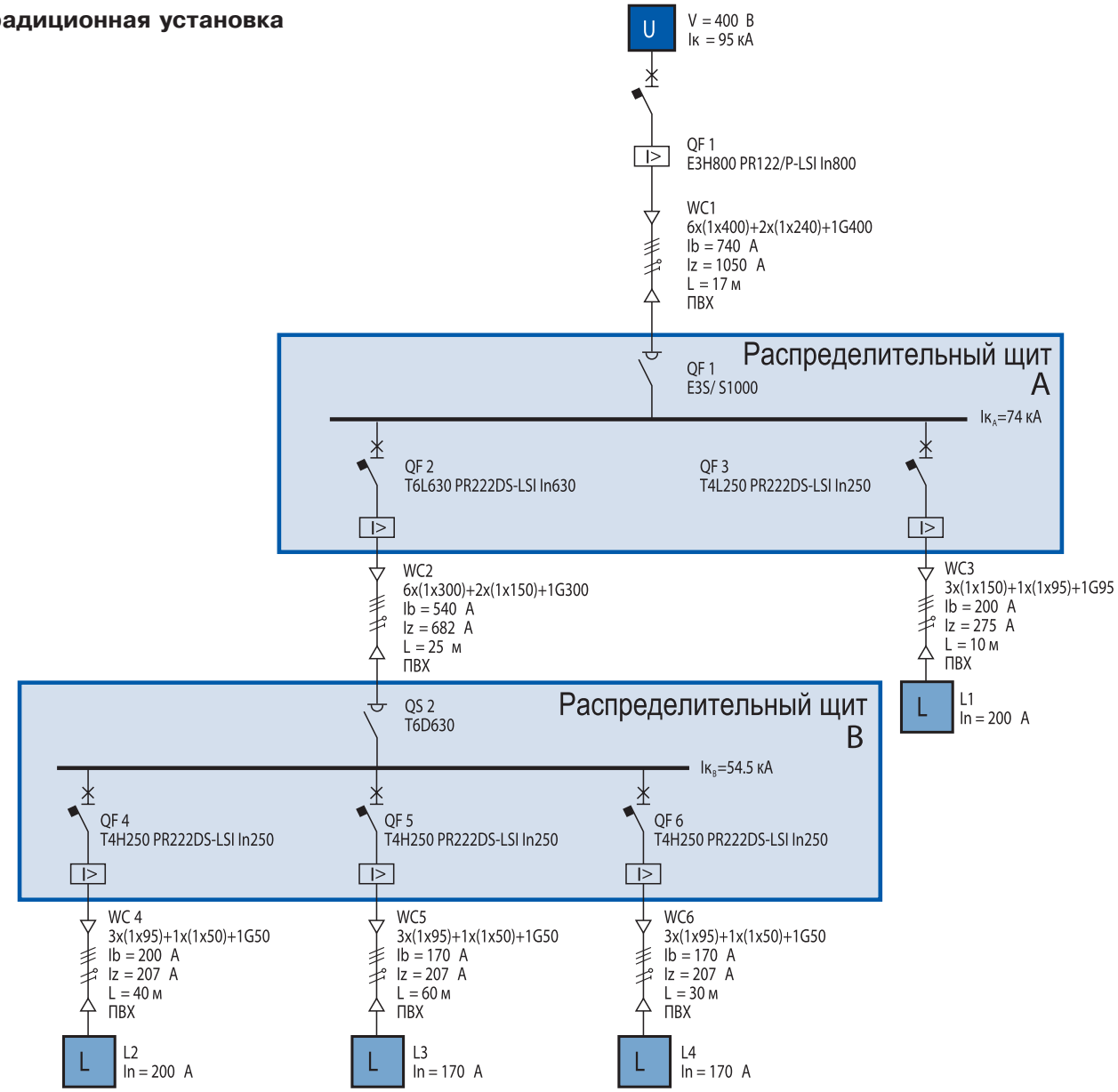
Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность МССВ-МССВ

Пример применения

В следующем примере проводится сравнение между установкой, в которой селективность реализована традиционными методами, и той же установкой с селективностью, обеспеченной системой EFDP (раннего обнаружения и устранения повреждений - РОУП).

Традиционная установка



Выбор устройств защиты должен выполняться, прежде всего, с учетом номинальных токов нагрузок и тока КЗ шин. Кроме того, на этот выбор влияет обеспечение селективности, реализованное традиционными методами, значения которых можно найти в публикации “Таблицы координации аппартов защиты и управления”.

Ток КЗ на шинах распределительного щита B ($Iк_B$=54,5 кА) влияет на выбор устройств защиты и требует использования автоматических выключателей T4H 250 на выходных фидерах.

Чтобы гарантировать селективность, автоматический выключатель (QF2) на стороне питания распределительного щита B и в распределительном щите A должен быть типа T6L 630.

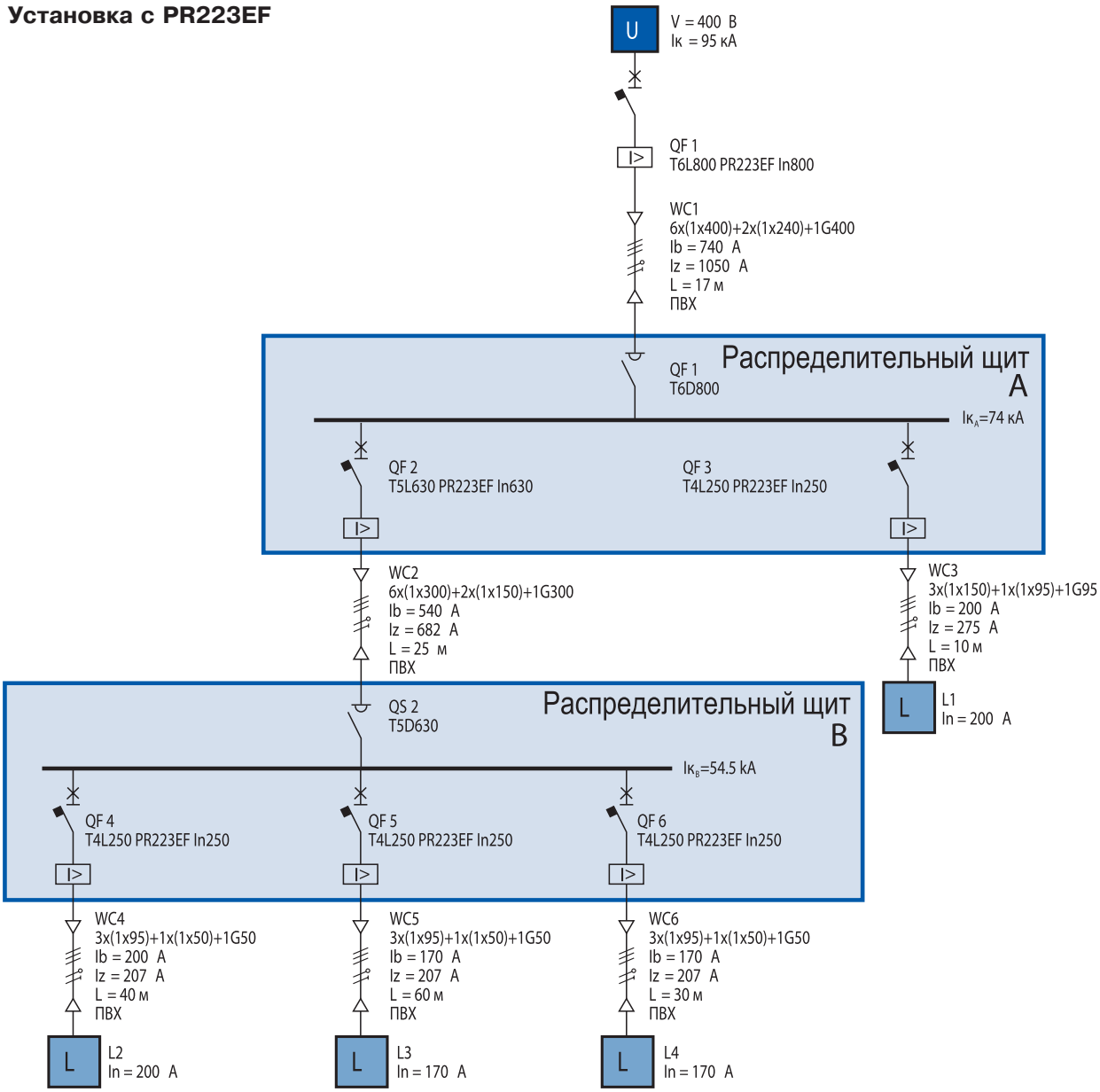
Шина распределительного щита A характеризуется значением тока КЗ $Iк_A$ =74 кА. Это серьезно влияет на выбор вышестоящего устройства защиты, которым, независимо от номинального тока, должен быть автоматический выключатель Emax, а именно Emax E3H, который способен обеспечивать селективность с аппаратами защиты на стороне нагрузки.

Каждый распределительный щит имеет в качестве основного компонента выключатель-разъединитель, который должен быть защищен от КЗ и перегрузки автоматическим выключателем на стороне питания. В общем, для обеспечения защиты необходимо использовать выключатель-разъединитель в варианте модификации автоматического выключателя на стороне питания.

Поэтому очевидно, что требования селективности в значительной мере обуславливают выбор защитных устройств и направляют его в сторону дифференциации размеров в соответствии с местом расположения автоматических выключателей в установке.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Установка с PR223EF



Так как значения номинального тока и тока КЗ в сети при рассмотрении остаются неизменными, то использование нового защитного расцепителя PR223EF позволяет обеспечить селективность без увеличения размера применяемой аппаратуры.
В частности, выключатель T5L630, оснащенный расцепителем PR223EF, может применяться в качестве автоматического выключателя на стороне питания распределительного щита B (QF2). Следовательно, выключатель-разъединитель на входном фидере распределительного щита B может быть уменьшен в размере.
Наиболее значительное уменьшение размера, которое можно получить в отношении основного устройства установки: благодаря применению расцепителя PR223EF можно выбрать автоматический выключатель в литом корпусе вместо воздушного автоматического выключателя. В этом конкретном случае можно применить автоматический выключатель T6L800 с нижестоящим выключателем-разъединителем того же размера.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность МССВ-МССВ

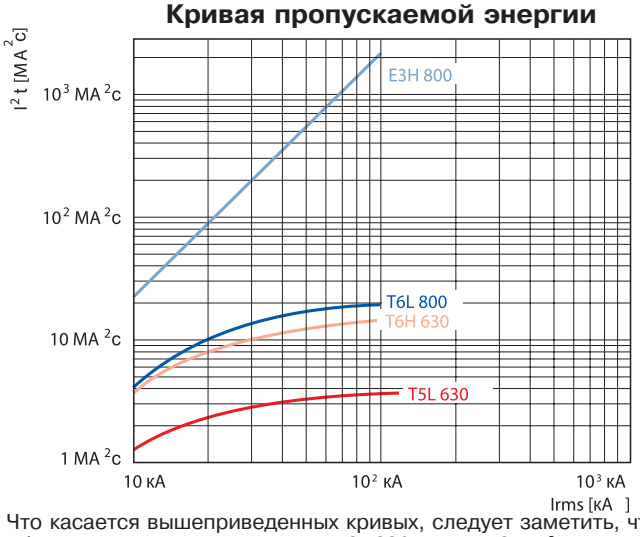
В таблице, представленной ниже, собраны преимущества использования нового электронного расцепителя.
В частности, обеспечена возможность:

- замены автоматического выключателя в литом корпусе большого размера на более компактный – T5L 630 PR223EF вместо T6L630 PR221-LS;
- замены воздушного автоматического выключателя большого размера на более компактный выключатель в литом корпусе – T6L 800 PR223EF вместо E3H800 PR122/P-LSIG;
- замены выключателя-разъединителя большого размера на более компактный выключатель – T5D 630 вместо T6D630;
- замены воздушного выключателя-разъединителя на выключатель-разъединитель, являющийся модификацией более компактного автоматического выключателя в литом корпусе – T6D 800 вместо E3S/MS1000.

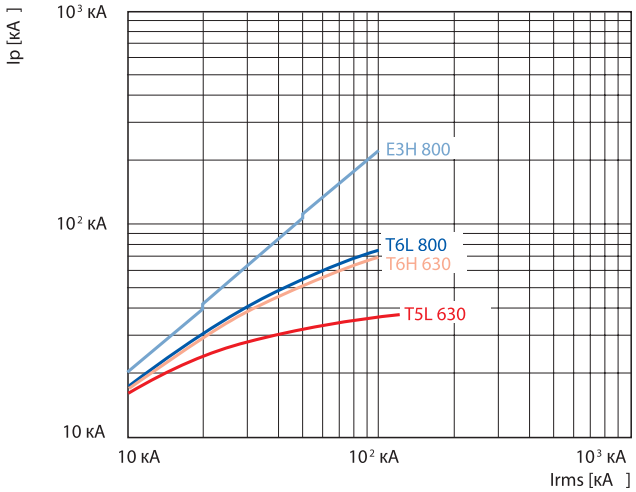
	Традиционный подход	Решение с EFDP
QF1	**E3H800 PR122/P**	**T6L800 PR223EF**
QS1	**E3S/MS1000**	**T6D800**
QF2	**T6L630 PR221DS**	**T5L630 PR223EF**
QS2	**T6D630**	**T5D630**

Кроме заметного уменьшения соответствующих размеров, с вытекающими отсюда преимуществами с точки зрения экономии и размеров, установка, оснащенная расцепителями PR223EF, работает при более ограниченных электродинамических и тепловых нагрузках, чем при традиционном решении. Здесь показаны пропускаемая энергия и пиковые кривые, свойственные рассмотренным автоматическим выключателям.

Кривая пропускаемой энергии



Пиковая кривая



Что касается вышеприведенных кривых, следует заметить, что при токе КЗ равном 55 кА, удельная пропускаемая энергия, обеспечиваемая выключателем T6H630, равна 13 МА²с, в то время как у T5L630 она равна 3,5 МА²с. Также и пиковые значения существенно снижены от 54 кА у T6H до примерно 35 кА у T5L630.
Аналогично, при токе КЗ 74 кА, удельная пропускаемая энергия и пиковый ток, ограниченные у автоматического выключателя T6L800 существенно сокращают тепловые и динамические нагрузки по сравнению с автоматическим выключателем E3H.
В частности, в данном случае, возможно использовать токоограничивающие свойства автоматического выключателя в литом корпусе для оптимизации размеров системы шин распределительного щита A. На самом деле, при наличии автоматического выключателя на стороне питания необходимо применять систему шин с размерами под номинальный кратковременно выдерживаемый ток (Icw), равный 75 кА, и ,следовательно, с пропускной способностью по току более высокой, чем полный ток, требующийся для установки. Напротив, при применении автоматического выключателя T6L800 на стороне питания распределительного щита возможно использовать систему шин с значением Icw равным 35 кА, что более соответствует, с точки зрения размеров, пропускной способности по току, требуемой данной системой шин - 800 A.
Подробнее, номинальному кратковременно выдерживаемому току 35 кА системы шин соответствуют следующие значения:

- ударный ток Ip = (35x2,1) = 73,5 кА, который выше пика 66 кА, пропускаемого автоматическим выключателем T6L800 при токе КЗ 75 кА;
- пропускаемая энергия $I^2t = 35^2 \times 1 = 1225$ МА²с, которая выше, чем пропускаемая энергия равная 20 МА²с при наличии автоматического выключателя T6L800 при токе КЗ 75 кА.

	Традиционный подход	Решение с EFDP
Шины распределительного щита A	**Icw = 75 кА**	**Icw = 35 кА**

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность ACB-MCCB

Здесь проводится анализ случая обеспечения селективности между воздушным автоматическим выключателем на стороне питания и автоматическим выключателем в литом корпусе на стороне нагрузки.
В данном случае можно использовать два метода:
- традиционный подход с временной или энергетической селективностью
- зонная селективность, когда автоматический выключатель со стороны нагрузки - это выключатель Tmax, оснащенный расцепителем PR223EF, а выключатель Emax на стороне питания оснащен расцепителем PR122/P или PR123/P.

Традиционный подход

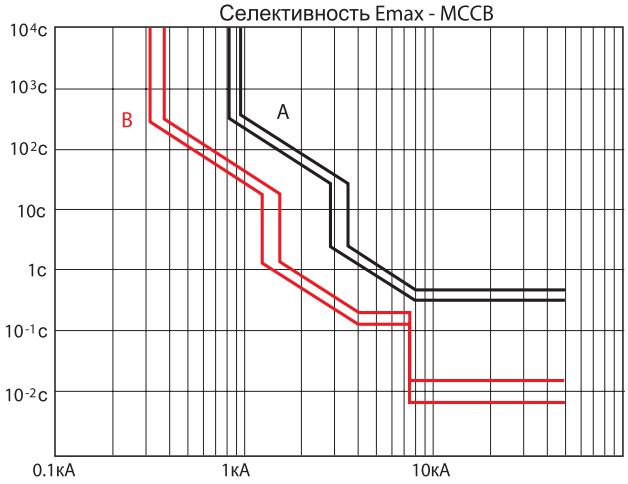
В этом случае АББ предоставляет таблицу, в которой содержатся значения селективности между воздушными автоматическими выключателями на стороне питания и автоматическими выключателями в литом корпусе на стороне нагрузки.
Необходимость соответствующей регулировки расцепителей для обеспечения значения селективности, указанного в таблице, очевидна.
Должно быть справедливо следующее:
В **зоне перегрузки** автоматический выключатель со стороны нагрузки должен срабатывать быстрее автоматического выключателя со стороны питания, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

В **зоне КЗ**
- Функция мгновенной защиты **I** должна быть установлена в положение OFF (выкл.)

  I3=OFF
- Порог срабатывания $\mathbf{I2_A}$ автоматического выключателя со стороны питания должен быть отрегулирован таким образом, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с порогом срабатывания защиты от КЗ (**I3** или **I2**) автоматического выключателя со стороны нагрузки, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях
- В отношении времени срабатывания **t2** функции **S**, уставки выключателя Emax на стороне питания указаны ниже в соответствии с уставкой/типом MCCB на стороне нагрузки:

  когда порог срабатывания $I2_A$ автоматического выключателя со стороны питания выше мгновенной защиты автоматического выключателя со стороны нагрузки (магнитный, I3=ON (вкл.) или самозащита), то имеет силу следующее:

  $\mathbf{t2_A \geq 100}$ **мс** как при $\mathbf{I^2t}$ **=const** , так и при **t =const**



когда порог срабатывания $I2_A$ автоматического выключателя со стороны питания выше только порога $I2_B$ автоматического выключателя со стороны нагрузки, то, при использовании кривых с теми же характеристиками, действительно следующее:

$\mathbf{t2_A}$ **- допуск** $\geq$ $\mathbf{t2_B}$ **+ допуск + 50 мс**

Это отношение должно учитываться, когда посредством диалога или блока PR010T используются электронные уставки. В чаще встречающихся случаях - применение имеющихся уставок посредством DIP-переключателей - значения, указанные в таблицах, должны соответствовать:

	уставка времени t2			
ACB на стороне питания	$t2_A$=200	$t2_A$=200	$t2_A$=400	$t2_A$=700
MCCB на стороне нагрузки	$t2_B$=50	$t2_B$=100	$t2_B$=250	$t2_A$=500

Примечание
Указания о регулировках расцепителей являются общезначимыми и используются для быстрого выбора уставок, обеспечивающих селективность. Для конкретных комбинаций автоматических выключателей и конкретных условий установки АББ может предоставить указания, которые не учитывают правил, содержащихся в данном документе, однако способны обеспечить селективность.

Полученный предельный ток селективности **Is** - это ток, указанный в публикации “Таблицы координации аппаратов защиты и управления”.

ACB - MCCB @ 400/415 B

			Сторона питания	E1		E2				E3					
	Исполнение			B	N	B	N	S	L*	N	S	H	V	L*	S
		Расцепитель		EL		EL				EL					
Сторона нагрузки			I_u [A]	800 1000 1250 1600	800 1000 1250 1600	1600 2000	1000 1250 1600 2000	800 1000 1250 1600 2000	1250 1600	2500 3200	1000 1250 1600 2000 2500 3200	800 1000 1250 1600 2000 2500 3200	800 1000 1250 1600 2000 2500 3200	2000 2500	4000
T1	B	TM	160	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	C			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	N			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T2	N	TM,E L	160	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	S			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	H			T	T	T	55	65	T	T	T	T	T	T	T

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность АСВ-МССВ

Зонная селективность между Emax и Tmax

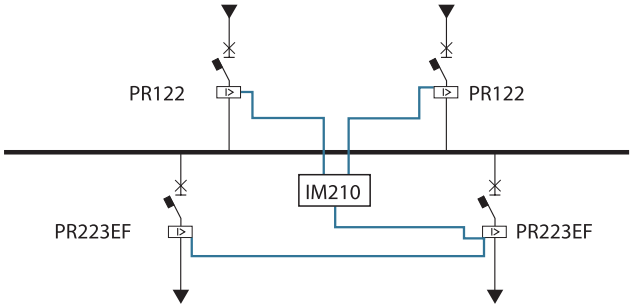
С помощью блокировочного модуля IM210 возможно расширить зону селективности от расцепителей PR223EF до расцепителя PR122/P или PR123/P на стороне питания.
На практике это устройство обеспечивает возможность сопряжения между протоколом **IL** расцепителя PR223EF и зоной селективности **ZS** расцепителей PR122/P и PR123/P.
Кроме того, при создании данной цепи селективности между выключателями Emax и Tmax, предельное значение селективности будет наименьшим между:

- кратковременно выдерживаемым током автоматического выключателя со стороны питания (Icw выключателя Emax)
- отключающей способностью автоматического выключателя на стороне нагрузки (Icu выключателя Tmax в варианте L →100 кА)

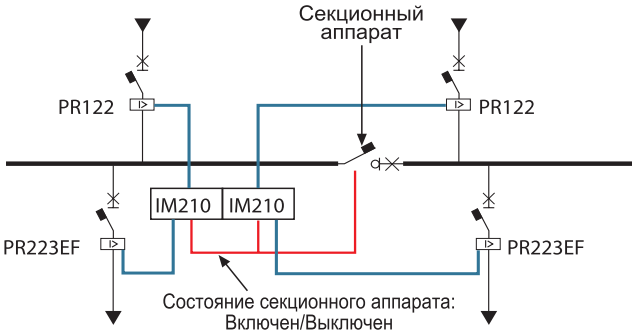
Управление двумя автоматическими выключателями со стороны питания

Для управления несколькими автоматическими выключателями Emax на стороне питания расцепителей PR223EF следует действовать следующим образом:

- Два автоматических выключателя со стороны питания без секционного аппарата.
  В данной конфигурации установки, в случае сверхтока расцепители на стороне нагрузки должны блокировать оба автоматических выключателя со стороны питания.
  Необходимо использовать один модуль **IM210** для правильного управления контрольным сигналом и дублирования сигнала блокировки от автоматических выключателей, расположенных на стороне нагрузки.



- Два автоматических выключателя со стороны питания с секционным аппаратом.
  В данной конфигурации наличие секционного аппарата позволяет разделить установку на две надежно изолированные части.
  Если секционный аппарат включен, в случае сверхтока расцепители на стороне нагрузки блокируют оба автоматических выключателя со стороны питания.
  Если секционный аппарат выключен, каждый расцепитель имеет один автоматический выключатель на стороне питания. В этом случае автоматический выключатель со стороны нагрузки, который обнаруживает короткое замыкание, должен заблокировать размыкание автоматического выключателя, который обнаруживает его на стороне питания.
  В этом случае необходимо применить **два** взаимно соединенных модуля **IM210**, которые получат сигнал размыкания/замыкания от секционного аппарата.



  Если секционный аппарат выключен:
- две линии останутся изолированными; каждый модуль **IM210** обеспечит связь друг с другом двух последовательных расцепителей.

  Если же с другой стороны секционный аппарат включен:
- сигнал будет передан посредством системной шины Sysbus от одного устройства другому, и сигнал блокировки всегда будет отправляться обоим устройствам на стороне питания.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Указания об уставках

Как будет показано ниже в главе о зонной селективности между выключателями Emax, если включена зонная селективность по функции **S** на расцепителе PR122 или PR123, могут иметь место две ситуации:

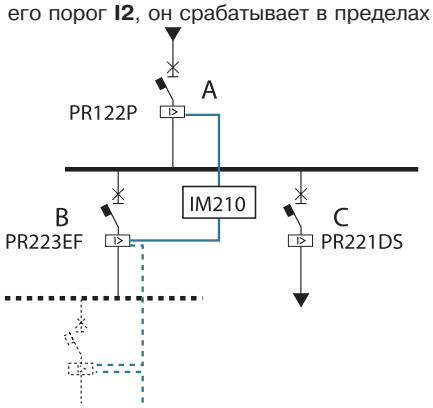
- расцепитель Emax **получает сигнал "блокировки"**: если был превышен его порог **I2**, он срабатывает в пределах уставки времени на расцепителе **t2**;

- расцепитель Emax **не получает сигнала "блокировки"**: если был превышен его порог **I2**, он срабатывает в пределах уставки **"времени селективности"** на расцепителе.

Учитывая сказанное, для обеспечения полной селективности, как в случае перегрузки, так и в случае КЗ, рекомендуются нижеуказанные выборы и уставки, где:

A - Emax с PR122/P на стороне питания PR223EF
B - Tmax с PR223EF
C - устройство за пределами цепи зонной селективности

A и **B** взаимно соединены посредством модуля **IM210**



Перегрузка
- Убедитесь, что отсутствует перекрытие зон срабатывания защитных функций L (от перегрузки), с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

Короткое замыкание
- Отсутствие перекрытия зон срабатывания порогов тока **I2** функции **S,** с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

- Время срабатывания **$t2_A$** и "**время селективности**" выключателя Emax на стороне питания отрегулированы следующим образом:

время селективности отрегулировано так, чтобы реализовать времятоковую селективность с устройством **C** на стороне нагрузки, установленным за пределами цепи зонной селективности

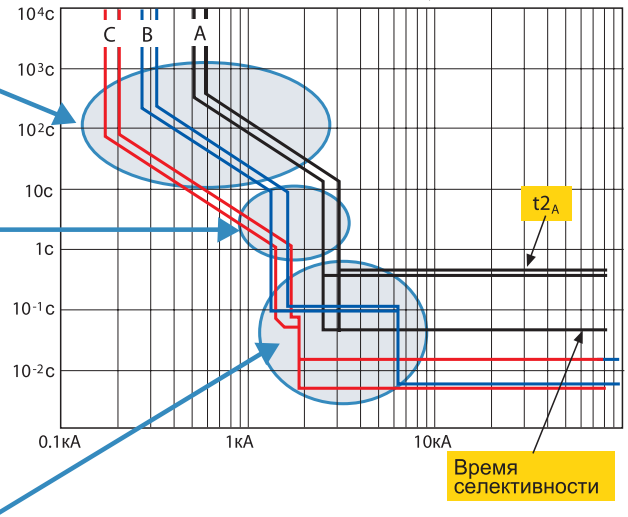
$t2_A$ (время функции S) отрегулировано так, чтобы обеспечить несрабатывание автоматического выключателя **A**, который получает сигнал блокировки, т.е. согласно отношению:

$$t2_A > t2_B + 70\ мс^*$$

*Δt минимум между временем срабатывания двух последовательных выключателей, со вспомогательным питанием и с постоянными кривыми времени, для обеспечения несрабатывания выключателя на стороне питания.

Функция мгновенной защиты от КЗ **I** установлена в положение OFF (выкл.):
I3 = OFF

Зонная селективность между Emax и Tmax



Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность ACB-ACB

Здесь проводится анализ случая обеспечения селективности между двумя воздушными выключателями. В этом случае можно использовать различные методы для обеспечения селективности между автоматическими выключателями:

Временная селективность	для комбинаций выключателей Emax с любыми типами расцепителей
Зонная селективность	для комбинаций выключателей Emax с расцепителями PR122 и PR123
Направленная временная селективность	для комбинаций выключателей Emax с расцепителями PR123
Направленная зонная селективность	для комбинаций выключателей Emax с расцепителями PR123

Селективность по времени

Для обеспечения максимального уровня селективности, совместимого с выбранной стратегией, как в случае перегрузки, так и в случае КЗ рекомендуются произвести следующие выборы и уставки между различными выключателями:

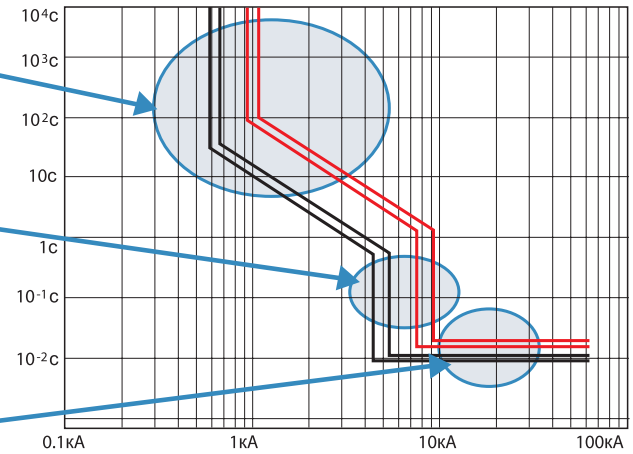
Перегрузка
- Убедитесь, что отсутствует перекрытие зон срабатывания защитных функций **L** (от перегрузки), с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

Короткое замыкание
- Функция мгновенной защиты **I** автоматических выключателей со стороны питания должна быть выключена OFF

  $I3_A$=OFF

- Порог срабатывания **$I2_A$** автоматического выключателя со стороны питания должен быть отрегулирован таким образом, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с порогом срабатывания защиты от КЗ (**I3** или **I2)** выключателя со стороны нагрузки, с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях

- В отношении времени срабатывания **t2** функции **S,** необходимо не допустить перекрытия кривых и соблюдать следующие отношения:



Минимальная разница между временем t2 двух выключателей Emax, оснащенных расцепителями PR121, PR122 и PR123

t=const	t2A > t2B + **100 мс***	***70 мс**, при вспомогательном питании или автономном питании в устойчивом состоянии
I^2t=const	t2A > t2B + **100 мс**	t2A < 400 мс
I^2t=const	t2A > t2B + **200 мс**	t2A ≥ 400 мс

Примечание
Указания о регулировках расцепителей являются общезначимыми и используются для быстрого выбора уставок, обеспечивающих селективность. Для конкретных комбинаций автоматических выключателей и конкретных условий установки АББ может предоставить указания, которые не учитывают правил, содержащихся в данном документе, однако способны обеспечить селективность.

В отношении предельного тока селективности
- Если мгновенная функция **I** установлена на ON (вкл.) (**I3=ON**), предельный ток селективности будет иметь значение порога мгновенного срабатывания **I3** выключателя со стороны питания без допуска:

  $Is = I3_{минA}$

- Если мгновенная функция **I** установлена на OFF (выкл.) (**I3=OFF**), предельный ток селективности будет равен значению Icw выключателя со стороны питания:

  Is = Icw.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Зонная селективность между выключателями Emax

С помощью зонной селективности возможно реализовать селективность между автоматическими выключателями Emax, значительно сокращая время срабатывания благодаря более низким кривым, что может упростить обеспечение селективности для выключателей среднего напряжения (СН).

При сокращении времени срабатывания также снижается тепловая нагрузка на все элементы установки в случае возникновения неисправности.

Зонная селективность между выключателями Emax, применительно к защитным функциям S и G, может быть реализована в том случае, когда:

- для этих защит выбрана кривая фиксированного времени;
- имеется вспомогательный источник питания 24 В;
- выключатели Emax оснащены расцепителями PR122 или PR123.

Полученный предельный ток селективности равен значению Icw выключателя со стороны питания, если функция I3 отключена (OFF).

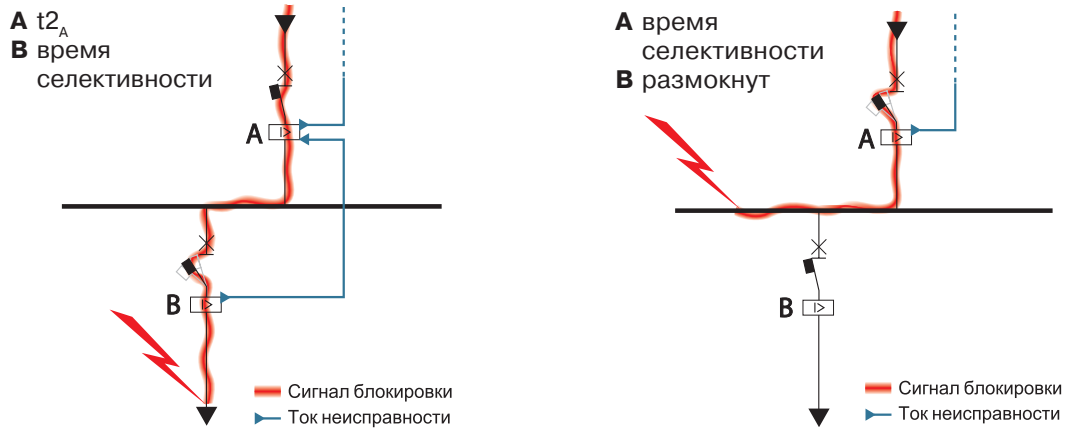
Принцип действия зонной селективности между выключателями Emax описан ниже.

Под зоной понимается часть установки, расположенная между двумя последовательными выключателями. Зона неисправности - это зона, находящаяся непосредственно со стороны нагрузки выключателя, который обнаруживает неисправность. Посредством соединительного провода каждый выключатель, который обнаруживает неисправность, сообщает об этом другому выключателю на стороне питания.

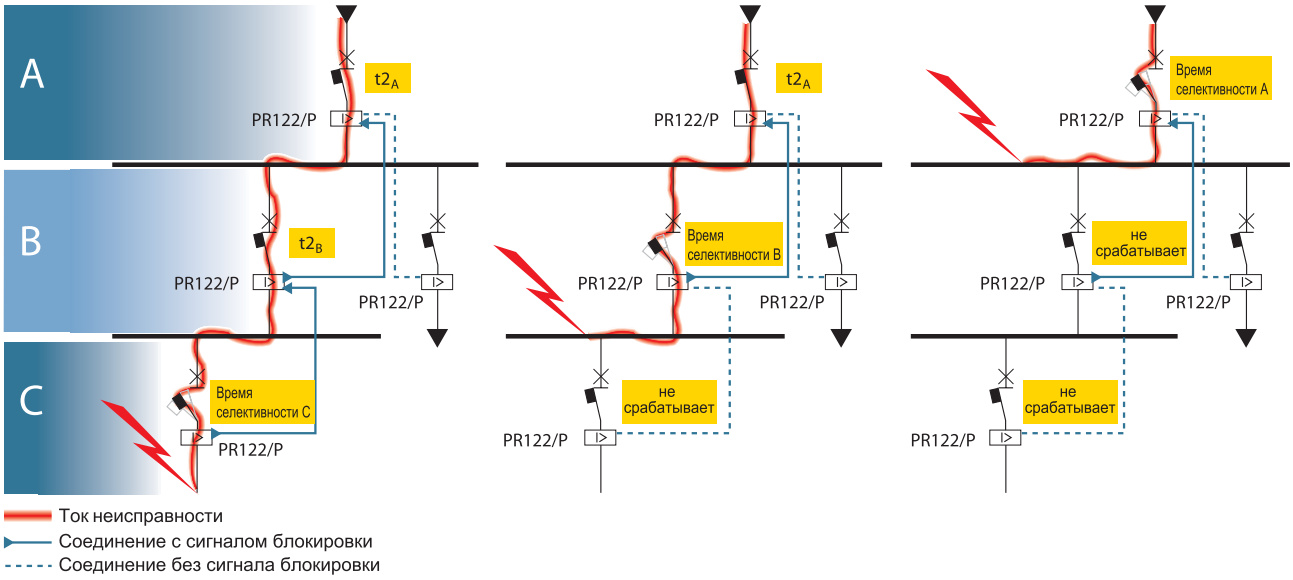
Автоматический выключатель, который не получает никакого сигнала от выключателей на стороне нагрузки, инициирует команду размыкания с установленным **временем селективности**, регулируемым в пределах 40 - 200 мс.

Задача **времени селективности** состоит в реализации временной селективности для устройств на стороне нагрузки, которые расположены за пределами цепи зонной селективности (аппаратура не охвачена кабельной сетью).

С другой стороны, выключатели, которые получают сигнал блокировки от другого расцепителя, сработают в соответствии с заданным временем **t2** защиты **S**.



Как можно видеть, если учтены уставки, указанные ниже, в случае КЗ ни один выключатель не сработает за время **t2** , но все они сработают за заданное **время селективности.**



Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность ACB-ACB

Указания об уставках

Для обеспечения полной селективности с применением функции “зонной селективности”, как в случае перегрузки, КЗ, так и в случае замыкания на землю, рекомендуются произвести следующий выбор уставок выключателей:

Перегрузка

- Убедитесь, что отсутствует перекрытие зон срабатывания защитных функций **L** (от перегрузки), с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

Короткое замыкание

- Отсутствие перекрытия зон срабатывания порогов тока **I2** функции **L,** с учетом допусков и действительных токов, протекающих в автоматических выключателях.

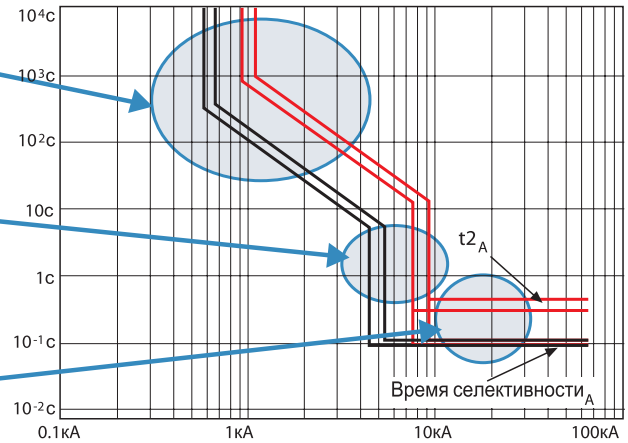
- Время срабатывания **t2** и “**время селективности**” отрегулированы следующим образом:

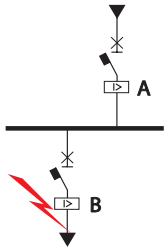
  время селективности отрегулировано так, чтобы реализовать времятоковую селективность с любым устройством, подсоединенным непосредственно на стороне нагрузки и установленным за пределами цепи зонной селективности

  t2 (время функции S) отрегулировано так, чтобы обеспечить несрабатывание защиты, которая получает сигнал блокировки, т.е. согласно отношению:
  $t2_A$ > время селективности$_B$ +70 мс*

*Δt минимум между временем срабатывания двух последовательных выключателей, с вспомогательным питанием и с постоянными кривыми времени, для обеспечения несрабатывания включателя на стороне питания.

Селективность между Emax





В отношении предельного тока селективности

- Если мгновенная функция **I** в состоянии ON (вкл.) (**I3=ON**), предельный ток селективности будет иметь значение порога мгновенного срабатывания **I3** выключателя со стороны питания без допуска, при включенной функции:

  Is = $I3_{минА}$

- Если мгновенная функция **I** в состоянии OFF (выкл.) (**I3=OFF**), предельный ток селективности будет равен значению Icw выключателя со стороны питания:

  Is = Icw.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Указания относительно кабельных соединений

Для выполнения кабельных соединений можно использовать двухжильный экранированный кордовый кабель (U ≤ 50В; AWG 22; номинальное сопротивление проводника на постоянном токе при 20°C ≤15 Ом/1000 футов; номинальное сопротивление внешнего экранирования для постоянного тока при 20°C ≤ 3 Ом/1000 футов). Экранирование должно быть соединено с землей только на расцепителе выключателя со стороны питания.
Максимальная длина кабеля для зонной селективности между двумя устройствами составляет 300 м. Этот предел можно увеличить специальными механизмами.

Максимальное количество автоматических выключателей, которые могут быть присоединены к выходам (Z out) расцепителя - 20.
Сигнал блокировки расцепителя - сигнал +24 В.

Повторение сигнала

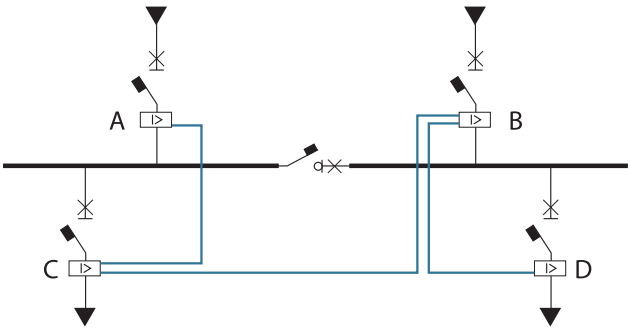
Как показано в таблице, в случае когда один расцепитель получает сигнал блокировки на стороне нагрузки, даже если он не достиг порога срабатывания функции **S,** он продублирует сигнал блокировки на сторону питания.
Это сделано во избежание каких-либо ошибок уставки, т.е. когда расцепитель на стороне нагрузки не достиг порога срабатывания, а расцепитель на стороне питания достиг, что приводит к отсутствию селективности.

Зонная селективность	I > I2	Сигнал ZSI	Сигнал ZSO	Время срабатывания T
Не активирована	НЕТ	0	0	не срабатывает
Не активирована	НЕТ	1	0	не срабатывает
Не активирована	ДА	0	0	запрограммировано t2
Не активирована	ДА	1	0	запрограммировано t2
Активирована	НЕТ	0	0	не срабатывает
Активирована	НЕТ	1	1	не срабатывает
Активирована	ДА	0	1	селективность по времени
Активирована	ДА	1	1	запрограммировано t2

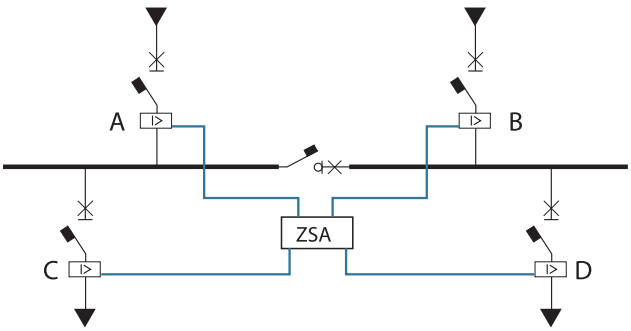
МОДУЛЬ ZSA

В случае, когда несколько автоматических выключателей со стороны нагрузки должны блокировать несколько автоматических выключателей со стороны питания, но различным образом, необходимо использовать модуль **ZSA**, поставляемый **АББ**.

Рассмотрим пример схемы, представленной на рисунке сбоку.
Известно, что:
C должен блокировать **A** и **B**
D должен блокировать только **B.**
При кабельных соединениях, выполненных, как указано на боковом рисунке, было бы невозможно обеспечить это решение.
Действительно, сигнал блокировки, поступающий от **D** будет также направлен к **A** благодаря электрической целостности цепи, которая создается между различными блокировочными соединениями **B-C** и **C-A** .



С помощью соответствующего кабельного соединения модуля **ZSA**, сигнал блокировки направляется в одну сторону, так что сигнал, поступающий от **D** на **B** не передается также и на **A** .
На боковом рисунке показано применение модуля **ZSA** .



Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность ACB-ACB

Направленная селективность по времени

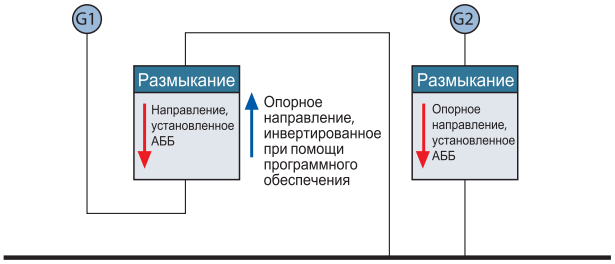
С помощью направленной защиты **D**, имеющейся на выключателях Emax, оснащенных расцепителями PR123, возможно реализовать временную селективность направленного типа.
Этот тип селективности имеет все преимущества и ограничения временной селективности, реализованной с помощью функции **S**, но также способен обеспечивать срабатывание в пределах различных значений времени в соответствии с направлением тока КЗ.

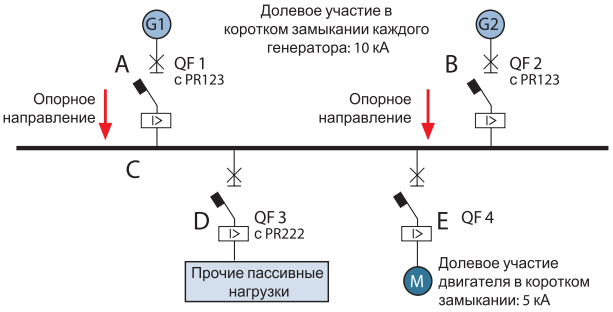
Использование этого типа селективности, особенно, рекомендуется в случаях, когда имеется больше одного источника питания. В самом деле, в случае неисправности рядом с источником непрерывность эксплуатации остальной системы электропитания может быть обеспечена посредством направленной защиты.

Направленная защита
Направленная защита основывается на возможности коррелировать режим работы автоматического выключателя с направлением тока короткого замыкания. В зависимости от направления тока для расцепителя PR123 можно установить два различных времени срабатывания:
- время срабатывания (t7Fw) для направления тока, совпадающего (Fw) с установленным контрольным направлением;
- время срабатывания (t7Bw) для направления тока, не совпадающего (Bw) с установленным контрольным направлением.

Для расцепителя PR 123 можно установить только пороговое значение по току (I7).
В том случае, если направление тока короткого замыкания не совпадает (Bw) с контрольным направлением, то защита будет включена при достижении порогового значения I7 в пределах установленного периода времени t7Bw (при условии, что функции S и I не были установлены на срабатывание до функции D).
В том случае, если направление тока короткого замыкания совпадает (Fw) с контрольным направлением, то защита сработает при достижении порогового значения I7 в пределах установленного периода времени t7Fw (при условии, что функции S и I не были установлены на срабатывание до функции D).
Кроме того, если функция I активирована, и значение тока короткого замыкания превышает значение I3, автоматический выключатель сработает мгновенно, независимо от направления тока.
Контрольное направление установлено АББ как идущее от верхней части автоматического выключателя (от зоны, в которой расположен расцепитель) к его нижней части.

На рисунке сбоку показана фактическая конфигурация автоматических выключателей в системе.
Стрелкой красного цвета указано контрольное направление, установленное на автоматическом выключателе по умолчанию.
При подаче питания на автоматический выключатель в направлении сверху вниз (питание от G2), контрольное направление должно оставаться таким, каким оно было установлено АББ.
При подаче питания на автоматический выключатель в направлении снизу вверх (питание от G1), новый расцепитель PR123 позволяет инвертировать установленное по умолчанию направление с помощью программного обеспечения.
Таким образом, все количественные параметры, измеряемые расцепителем PR 123, могут быть оценены при фактическом прохождении тока через установку. Более того, в электрической схеме контрольное направление для анализа селективности и правильного учета направлений срабатывания (Bw или Fw) сохранено таким же, т.е. сверху вниз.





На следующей электрической схеме контрольные направления показаны черным цветом.
При анализе конфигурацииавтоматических выключателей, установленных в соответствии со схемой, приведенной выше, можно заметить, что для QF2 такое направление используется по умолчанию, в то время как для QF1 направление было инвертировано при помощи программного обеспечения.

Для реализации направленной временной селективности необходимо определить важные точки неисправности и, оценив возможные токи КЗ, установить, какие автоматические выключатели должны срабатывать.
Для уверенности в том, что в случае КЗ все будет работать, как предусмотрено, т.е. автоматические выключатели всегда сработают с направленной защитой, рекомендуются следующие уставки и варианты выбора:
- Выберите автоматические выключатели со значением кратковременно выдерживаемого тока более высоким, чем максимальный ожидаемый ток КЗ, возможный в точке, где они устанавливаются:

  $\mathbf{Icw \geq Ik_{макс}}$
- Установите пороги срабатывания направленных защит **D** на более низкое значение, чем минимальный ожидаемый ток КЗ, возможный в точке установки расцепителя:

  $\mathbf{I7 < Ik_{мин}}$
- Установите пороги срабатывания защит **S** и **I** таким образом, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с функцией **D**.

Также помните, что, в случае постоянных кривых времени, для обеспечения срабатывания воздушного выключателя, оснащенного расцепителем PR121/P, PR122/P или PR123/P, и недопущения срабатывания другого воздушного выключателя, оснащенного этими расцепителями, разница между установленными значениями времени срабатывания должна составлять:
Δt = 100 мс (можно сократить до 70 мс, если имеется вспомогательный источник питания, или если считается, что неисправность возникает, когда расцепители с вспомогательным питанием находятся в устойчивом состоянии).

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Пример применения

Ссылаясь на установку, изображенную на рисунке, анализируются различные условия работы автоматических выключателей при КЗ в различных точках.

КЗ на стороне питания QF1

Должен сработать только QF1 .

QF1 обнаруживает ток **15 кА, не совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7BW_1$

QF2 обнаруживает ток **10 кА, совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7FW_2$

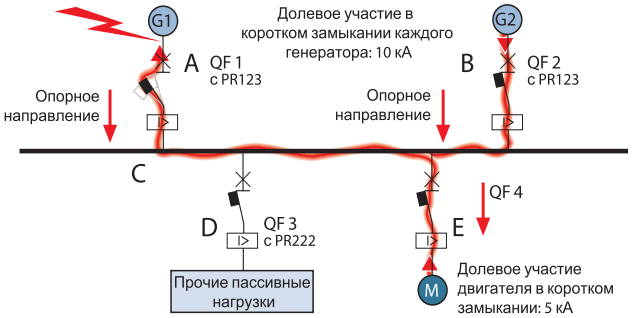
QF3 не обнаруживает какого-либо тока КЗ

QF4 обнаруживает ток **5 кА, не совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7BW_4$

если: $t7FW_2 > t7BW_1 + 100$ мс*

$t7BW_4 > t7BW_1 + 100$ мс*

следовательно, только **QF1** сработает



КЗ на стороне питания QF2

Должен сработать только QF2 .

QF1 обнаруживает ток **10 кА, совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7FW_1$

QF2 обнаруживает ток **15 кА, не совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7BW_2$

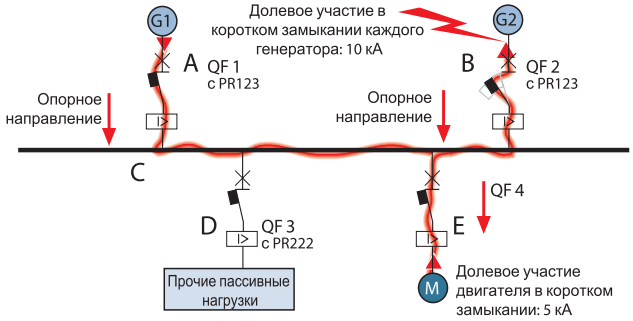
QF3 не обнаруживает какого-либо тока КЗ

QF4 обнаруживает ток **5 кА, не совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7BW_4$

если: $t7FW_1 > t7BW_2 + 100$ мс*

$t7BW_4 > t7BW_2 + 100$ мс*

следовательно, сработает только **QF2**



КЗ на стороне нагрузки QF3

Должен сработать только QF3 .

QF1 обнаруживает ток **10 кА, совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7FW_1$

QF2 обнаруживает ток **10 кА, совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7FW_2$

QF3 обнаруживает ток КЗ **25 кА**

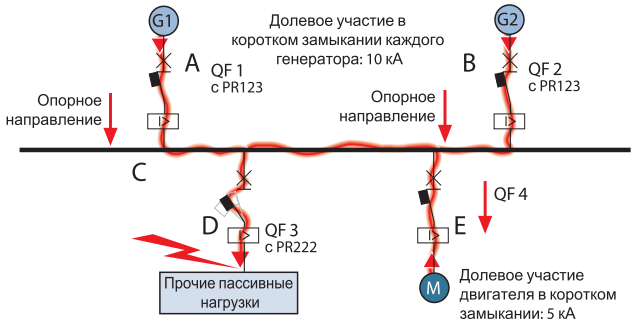
QF4 обнаруживает ток **5 кА, не совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7BW_4$

если: $t7FW_1 > t2_3 + 100$ мс*

$t7FW_2 > t2_3 + 100$ мс*

$t7BW_4 > t2_3 + 100$ мс*

следовательно, сработает только **QF3**



КЗ на стороне нагрузки QF4

Должен сработать только QF4.

QF1 обнаруживает ток **10 кА, совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7FW_1$

QF2 обнаруживает ток **10 кА, совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7FW_2$

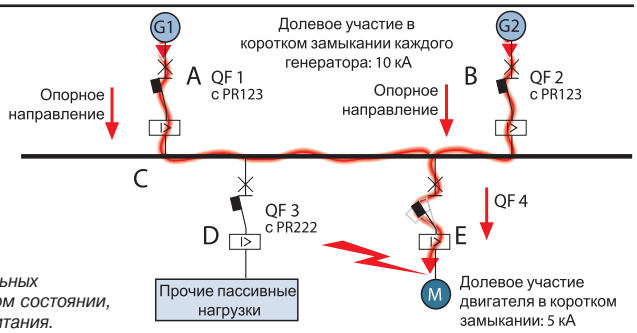
QF3 не обнаруживает какой-либо ток КЗ

QF4 обнаруживает ток **20 кА, совпадающий** с его опорным направлением, и, следовательно, сработает за время $t7FW_4$

если: $t7FW_1 > t7FW_4 + 100$ мс*

$t7FW_2 > t7FW_4 + 100$ мс*

следовательно, сработает только **QF4**



** Минимальное Δt между величинами времен срабатывания двух последовательных автоматических выключателей, без вспомогательного питания и в неустойчивом состоянии, для обеспечения несрабатывания автоматического выключателя на стороне питания.*

Суммируя, можно указать возможные уставки с учетом налагаемых ограничений:

Функции защиты	S		D			I
CB	I2	t2	I7	t7FW	t7B W	I3
QF 1	ВЫКЛ.		3кА	300мс	200мс	ВЫКЛ.
QF 2	ВЫКЛ.		3кА	300мс	200мс	ВЫКЛ.
QF 3	3кА	200мс	-	-	-	ВЫКЛ.
QF 4	ВЫКЛ.		3кА	200мс	300мс	ВЫКЛ.

Полученный предельный ток селективности равен значению Icw автоматических выключателей, если функция I3 отключена (I3=OFF).

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность АСВ-АСВ

Направленная зонная селективность

Эта функция позволяет обеспечить селективность даже в узловых и кольцевых сетях.
В частности, при наличии секционного аппарата, благодаря направленной зонной селективности становится возможным поддерживать питание половины шины даже в случае неисправности в другой половине.
Для применения зонной селективности к функции D (направленная зонная селективность) необходимо наличие нескольких условий:

- функции S и G зонной селективности должны быть отключены [OFF]
- имеется вспомогательный источник питания 24 В постоянного тока;
- автоматические выключатели Emax оснащены расцепителями PR123.

Каждый расцепитель имеет 4 порта:

- два входа (один для совпадения направления, другой - для несовпадения направления), через которые расцепитель получает сигнал блокировки от других расцепителей
- два выхода (один для совпадения направления, другой - для несовпадения направления), через которые расцепитель посылает сигнал блокировки на другие расцепители

Работа расцепителей описывается ниже:
Автоматические выключатели, которые не получают сигнал блокировки (согласованный с направлением тока), запустят свою собственную команду за время, равное “времени селективности”, которое регулируется в диапазоне 130 - 500 мс.
Автоматические выключатели, которые получают сигнал блокировки (согласованный с направлением тока), работают согласно времени t7BW или t7FW в зависимости от направления тока.
Важно помнить, что если функция I включена и ток КЗ превышает заданное значение (I3), автоматический выключатель мгновенно размыкается, независимо от направлений и полученных сигналов.
Подобным образом, если включена функция S и ток КЗ превышает установленное значение (I2), автоматический выключатель разомкнется за время t2, если оно меньше других значений времени, независимо от направлений и полученных сигналов.

При использовании направленной зонной селективности возможно обеспечить селективность даже в узловых сетях до предельного тока селективности, равного значению Icw автоматических выключателей на самом удаленном расстоянии на стороне питания (если I3=OFF).

Так же как и в отношении направленной защиты, для уверенности в том, что в случае неисправности все будет работать, как предусмотрено, т.е. автоматические выключатели всегда сработают согласно прицинам направленной защиты, рекомендуются следующие уставки и варианты выбора:

- Выберите автоматические выключатели со значением кратковременно выдерживаемого тока более высоким, чем максимальный ожидаемый ток КЗ, возможный в точке, где они устанавливаются:

  $\mathbf{Icw \geq Iк_{макс}}$

- Установите пороги срабатывания направленных защит **D** на более низкое значение, чем минимальный ожидаемый ток КЗ, возможный в точке установки расцепителя:

  $\mathbf{I7 < Iк_{мин}}$

- Установите пороги срабатывания защит **S** и **I** таким образом, чтобы не создавать перекрытия зон срабатывания с функцией **D**.

Благодаря этим уставкам обеспечивается такое состояние, что при КЗ в любой точке установки автоматические выключатели сработают в соответствии с настройками функции **D.**

Время срабатывания необходимо регулировать, помня о том, что:

время селективности - это время срабатывания “незаблокированных” автоматических выключателей, которые должны разомкнуться;

t7FW/BW - это время срабатывания “заблокированных” автоматических выключателей, которые не должны разомкнуться.

Исходя из этого:

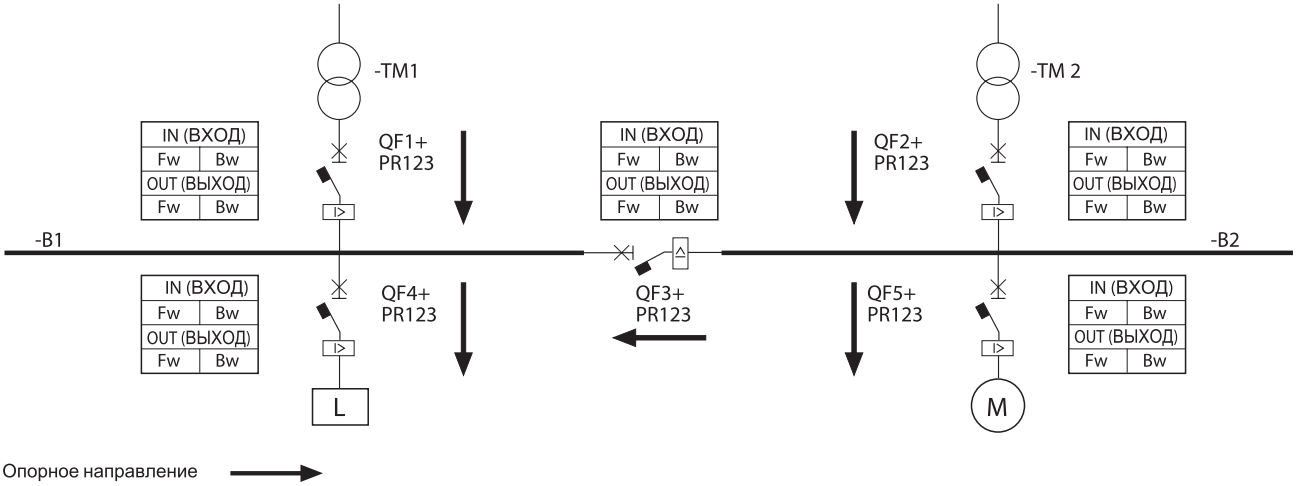
время селективности должно быть отрегулировано так, чтобы реализовать времятоковую селективность с любым устройством, подсоединенным непосредственно на стороне нагрузки и установленным за пределами цепи зонной селективности

t7FW/BW отрегулировано так, чтобы обеспечить несрабатывание защиты, которая получает сигнал блокировки, т.е. согласно отношению:
t7 > время селективности +70 мс*

*Минимальное Δt между величинами времен срабатывания двух последовательных автоматических выключателей, со вспомогательным питанием, для обеспечения несрабатывания автоматического выключателя на стороне питания.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Теперь покажем пример применения данного метода селективности. Этот пример также показывает, каким способом необходимо определять необходимые кабельные соединения между различными расцепителями.



Со ссылкой на установку, показанную на рисунке, при известных максимальном и минимальном токе КЗ в различных точках установки, необходимо:

- предположительно определить различные значимые точки КЗ;
- для первой точки КЗ: установить, какие автоматические выключатели должны ее изолировать;
  установить, какие автоматические выключатели должны быть блокированы и чем;
  обеспечить соответствующие кабельные соединения;
- повторить операцию для последующих точек КЗ с целью определения всех необходимых кабельных соединений.

Наконец, необходимо проверить, чтобы кабельные соединения не вызывали никаких конфликтов в работе аппаратуры.

Пример применения

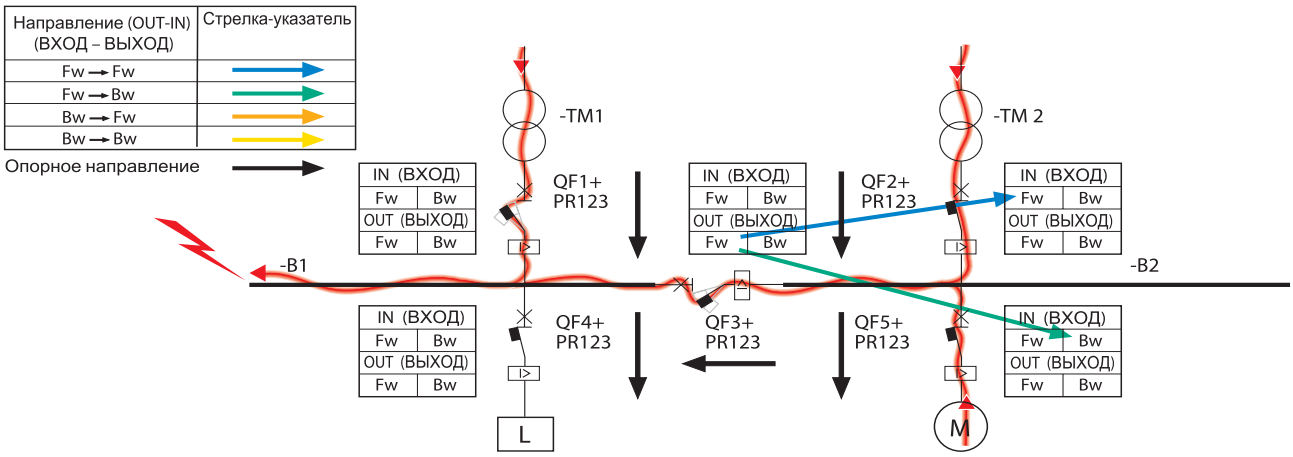
Основные неисправности, которые можно здесь выделить, следующие:
короткое замыкание на шине B1
короткое замыкание на шине B2
короткое замыкание на стороне нагрузки QF4
короткое замыкание на стороне нагрузки QF5
короткое замыкание на стороне питания QF1
короткое замыкание на стороне питания QF2

Примечание
Автоматический выключатель QF4 может быть оснащен расцепителем PR122/P, так как, при пассивной нагрузке, ток КЗ, вероятно, будет иметь одно направление и, следовательно, направленная защита оказывается ненужной.
Применение расцепителя PR122/P с зонной селективностью, выполненной на защите S, обеспечивает вход и выход, который позволяет реализовать селективность в случае КЗ на стороне нагрузки выключателя QF4.

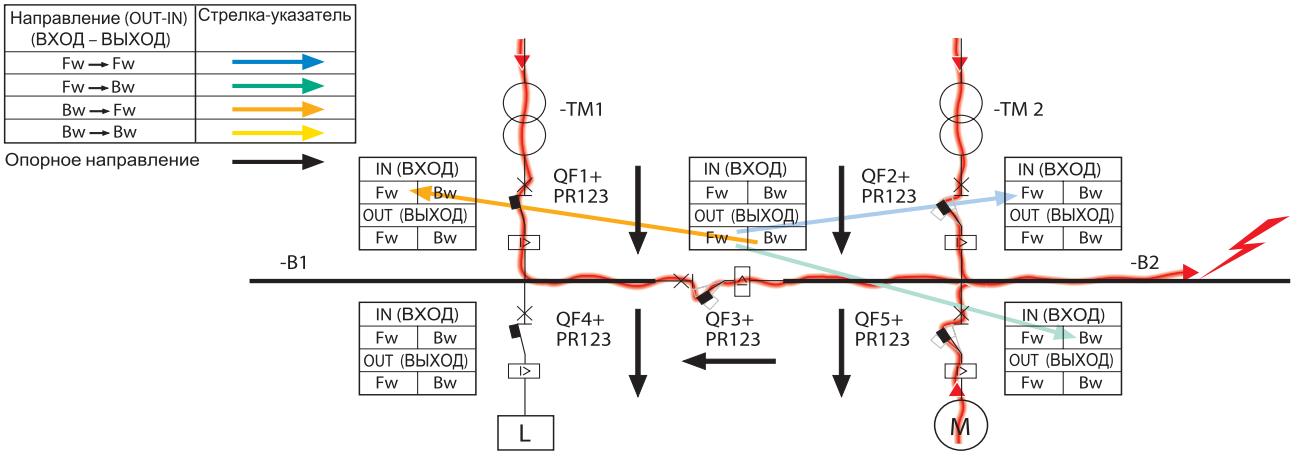
Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность ACB-ACB

Короткое замыкание на шине B1:
Только автоматические выключатели QF1 и QF3 должны изолировать неисправность: в частности, через автоматический выключатель QF3 пропускается ток от шины B2 (следовательно, в направлении, совпадающем с установленным); шина OUT Fw посылает сигнал блокировки на шину IN Fw автоматического выключателя QF2 (через него пропускается ток от трансформатора TM2, следовательно, в направлении, совпадающем с установленным), и на шину IN Bw автоматического выключателя QF5 (через него пропускается ток от двигателя, следовательно, в направлении, не совпадающем с установленным).



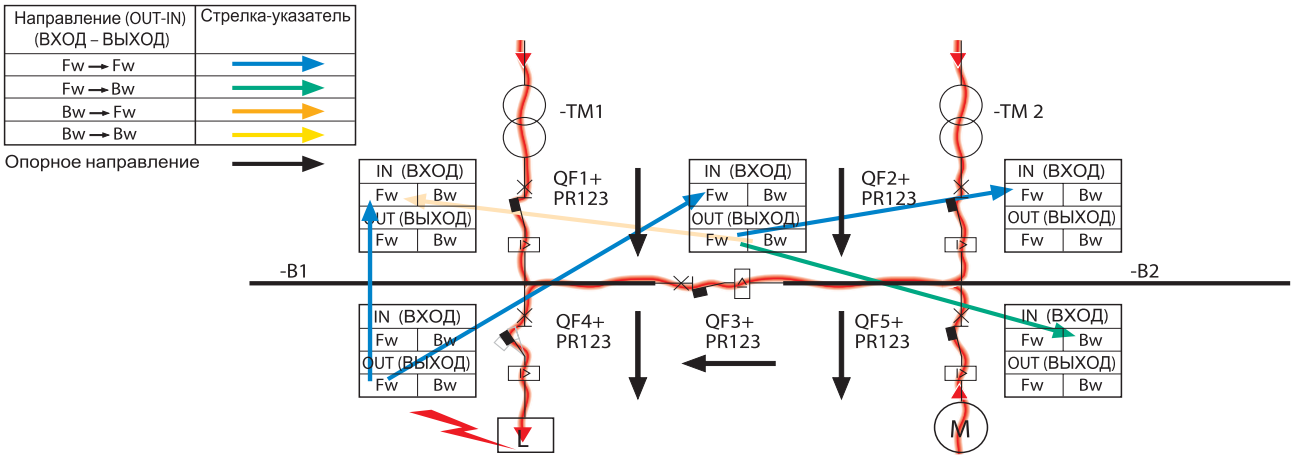
Короткое замыкание на шине B2:
Только автоматические выключатели QF2, QF3 и QF5 должны изолировать неисправность: в частности, через автоматический выключатель QF3 пропускается ток от шины B1 (следовательно, в направлении, не совпадающем с установленным); шина OUT Bw посылает сигнал блокировки на шину IN Fw автоматического выключателя QF1 (через него пропускается ток от трансформатора TM1, следовательно, в направлении, совпадающем с установленным).



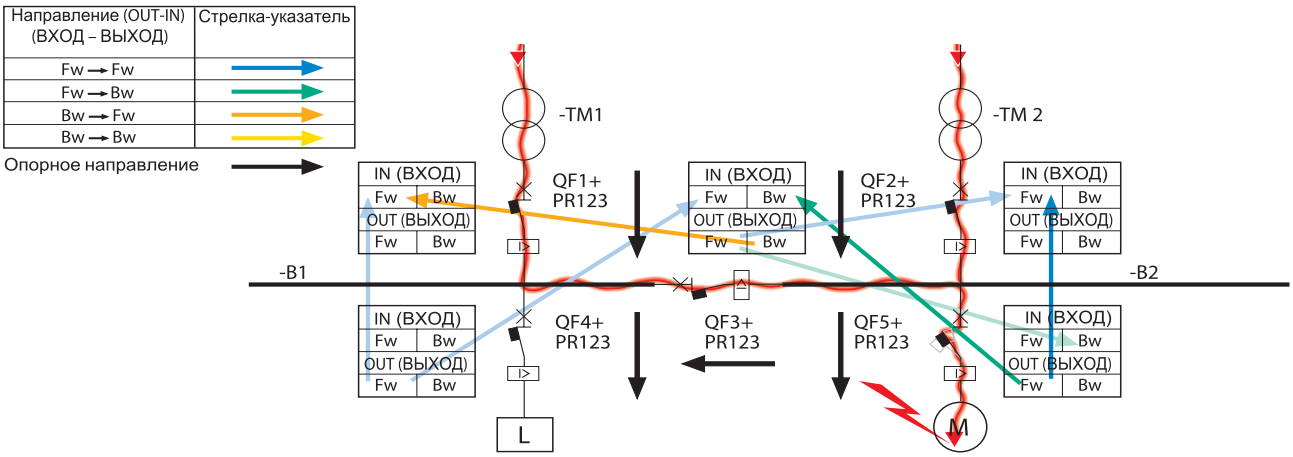
Кабельные соединения			OUT (ВЫХОД)									
			QF 1		QF 2		QF3		QF 4		QF5	
			FW	BW	FW	BW	FW	BW	FW	BW	FW	BW
IN (ВХОД)	QF 1	FW						■				
		BW										
	QF 2	FW					■					
		BW										
	QF 3	FW										
		BW										
	QF 4	FW										
		BW										
	QF 5	FW										
		BW					■					

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Короткое замыкание на стороне нагрузки QF4:
Только автоматический выключатель QF4 должен изолировать неисправность. Через автоматический выключатель QF4 пропускается ток от шины B1 (следовательно, в направлении, совпадающем с установленным); шина OUT Fw посылает сигнал блокировки на шину IN Fw автоматического выключателя QF1 (через него пропускается ток от трансформатора TM1, следовательно, в направлении, совпадающем с установленным), и на шину IN Fw автоматического выключателя QF3 (через него пропускается ток от шины B2, следовательно, в направлении, совпадающем с установленным). Эти две операции кабельного соединения должны быть выполнены.
Автоматический выключатель QF3 затем заблокирует автоматические выключатели, установленные на шине B2, посредством уже существующих кабельных соединений.



Короткое замыкание на стороне нагрузки QF5:
В этом случае только автоматический выключатель QF5 должен изолировать неисправность. Через автоматический выключатель QF5 пропускается ток от шин B1 и B2, в направлении, совпадающем с установленным, следовательно, шина OUT Fw выключателя QF5 блокирует как шину IN Fw автоматического выключателя QF2 (через него пропускается ток от трансформатора TM2, следовательно, в направлении, совпадающем с установленным), так и шину IN Bw выключателя QF3 (через него пропускается ток от трансформатора TM1, следовательно, в направлении, не совпадающем с установленным). Эти операции кабельного соединения должны быть выполнены. Таким же образом, как и ранее, автоматический выключатель QF3 блокирует выключатель QF1 посредством уже существующего кабельного соединения.

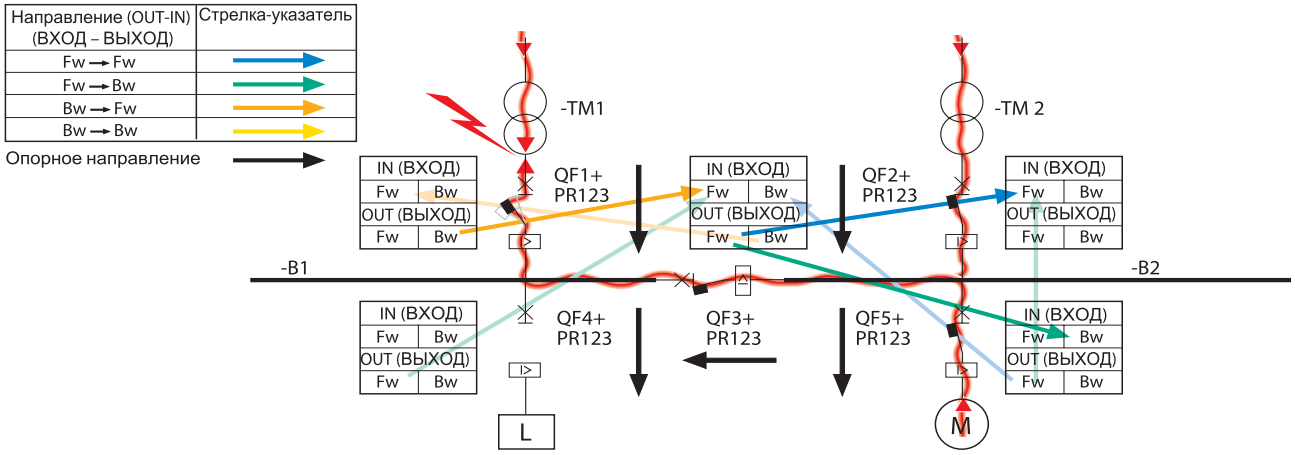


Кабельные соединения			OUT (ВЫХОД)									
			QF 1		QF 2		QF3		QF 4		QF5	
			FW	BW	FW	BW	FW	BW	FW	BW	FW	BW
IN (ВХОД)	QF 1	FW							■			
		BW										
	QF 2	FW									■	
		BW										
	QF 3	FW							■			
		BW									■	
	QF 4	FW										
		BW										
	QF 5	FW										
		BW										

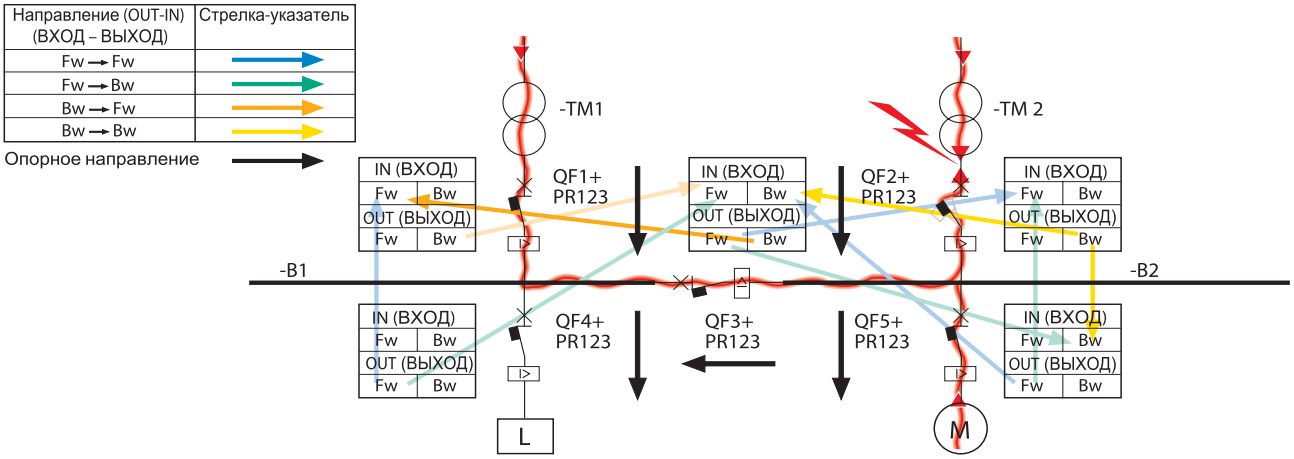
Важные пункты документа можно найти по ссылке

Селективность ACB-ACB

Короткое замыкание на стороне питания QF1:
Только автоматический выключатель QF1 должен изолировать неисправность. Через автоматический выключатель QF1 пропускается ток от шины B1 (следовательно, в направлении, не совпадающем с установленным); шина OUT Bw посылает сигнал блокировки на шину IN Fw автоматического выключателя QF3 (через него пропускается ток от трансформатора TM2, следовательно, в направлении, совпадающем с установленным). Это кабельное соединение должно быть выполнено. Автоматический выключатель QF3 затем заблокирует автоматические выключатели, установленные на шине B2, посредством уже существующих кабельных соединений.



Короткое замыкание на стороне питания QF2:
В этом случае только автоматический выключатель QF2 должен изолировать неисправность. Через автоматический выключатель QF2 пропускается ток от шины B2, в направлении, не совпадающем с установленным, следовательно, шина OUT Bw выключателя QF2 блокирует как шину IN Bw автоматического выключателя QF5 (через него пропускается ток от двигателя, следовательно, в направлении, не совпадающем с установленным), так и шину IN Bw выключателя QF3 (через него пропускается ток от трансформатора TM1, следовательно, в направлении, не совпадающем с установленным). Эти операции кабельного соединения должны быть выполнены. Таким же образом, как и ранее, автоматический выключатель QF3 блокирует выключатель QF1 посредством уже существующего кабельного соединения.



Кабельные соединения			OUT (**ВЫХОД**)									
			QF 1		QF 2		QF3		QF 4		QF5	
			FW	BW	FW	BW	FW	BW	FW	BW	FW	BW
IN (**ВХОД**)	QF 1	FW						■	■			
		BW										
	QF 2	FW					■				■	
		BW										
	QF 3	FW							■			
		BW				■					■	
	QF 4	FW										
		BW										
	QF 5	FW										
		BW				■	■					

Важные пункты документа можно найти по ссылке

После установки системы кабельных соединений, как показано в таблице, приводится пример уставок для рассматриваемой установки:

Функция защиты	S		D				I
CB	I2	t2	I7	t7FW	t7B W	**Время селективности**	I3
QF 1	(ВЫКЛ.)		$<Iк_{мин}$	350мс	250мс	150мс	(ВЫКЛ.)
QF 2	(ВЫКЛ.)		$<Iк_{мин}$	350мс	250мс	150мс	(ВЫКЛ.)
QF 3	(ВЫКЛ.)		$<Iк_{мин}$	300мс	300мс	150мс	(ВЫКЛ.)
QF 4	(ВЫКЛ.)		$<Iк_{мин}$	250мс	350мс	150мс	(ВЫКЛ.)
QF 5	(ВЫКЛ.)		$<Iк_{мин}$	250мс	350мс	150мс	(ВЫКЛ.)

Кроме реализации направленной зонной селективности с указанными уставками, можно также обеспечить селективность между автоматическими выключателями QF4 и QF5 в направлении автоматических выключателей на стороне питания и между выключателями QF1 и QF2, в случае потери вспомогательного питания.

Указания относительно кабельных соединений
Для выполнения кабельных соединений можно использовать двухжильный экранированный кордовый кабель (не входит в комплект поставки - за информацией обратитесь в АББ).
Экран кабеля должен быть заземлен исключительно в соответствии с одним из двух расцепителей. Если из двух выключателей можно найти автоматический выключатель, который расположен дальше “в сторону питания”, рекомендуется заземлить экран в соответствии с расцепителем, которым оснащен этот автоматический выключатель.

Максимальная длина кабеля между двумя устройствами для зонной селективности составляет 300 м. Этот предел можно увеличить, используя специальные механизмы.

Максимальное количество автоматических выключателей, которые могут быть присоединены к выходам (Z out) расцепителя - 20.
Сигнал блокировки расцепителя - сигнал +24 В.

В случае направленной зонной селективности рекомендуется применение модуля **ZSA**, описание которого приводится на стр. 31.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Приложение А

Селективность СН/НН

Общая информация

Прежде чем обратиться к теме селективности между автоматическими выключателями среднего и низкого напряжения, необходимо объяснить функции этих выключателей:

- Защита среднего напряжения (СН) на стороне питания трансформатора должна:
  - защищать трансформатор от короткого замыкания (КЗ);
  - защищать трансформатор от неисправностей на стороне питания главного автоматического выключателя низкого напряжения (НН) (если не обеспечена специализированная защита);
  - не срабатывать, когда на трансформатор подается напряжение (бросок тока);
  - быть настроенной таким образом, чтобы соответствовать ограничениям, накладываемым распределительным устройством;
  - быть настроенной таким образом, чтобы обеспечивать селективность с устройствами защиты на стороне питания (при необходимости).
- Защита низкого напряжения на стороне питания трансформатора должна:
  - защищать трансформатор от КЗ и перегрузки (*);
  - быть настроенной таким образом, чтобы обеспечивать селективность с устройствами защиты на стороне питания.

Для проведения анализа селективности между двумя автоматическими выключателями среднего и низкого напряжения необходимо сначала внести данные, указанные ниже, в логарифмический график (касается одного опорного напряжения):

1) трансформатор:
   - кривая включения (бросок тока);
   - номинальный ток;
   - ток КЗ на шинах НН;
   - способность трансформатора выдерживать короткое замыкание.
2) распределительное устройство:
   - максимальный ток и пределы времени, которые могут быть установлены для требуемых устройств защиты.

На этом этапе, необходимо начертить кривые срабатывания главного автоматического выключателя низкого напряжения для того, чтобы:

- проверить защиту трансформатора от перегрузки (порог I1 срабатывания защитной функции L близок к номинальному току трансформатора);
- проверить его селективность с другими автоматическими выключателями низкого напряжения на стороне нагрузки.

Как только определена защита НН, вычерчивается кривая напряжения автоматического выключателя СН, так чтобы:

- он защищал трансформатор от перегрузок (эта защита обычно обеспечивается автоматическим выключателем низкого напряжения);
- он оставался выше кривых броска тока трансформатора;
- он оставался ниже характерной точки графика перегрузочной способности (эта защита может выполняться автоматическим выключателем низкого напряжения, но остается незащищенность от любого КЗ между выключателем НН и выводами трансформатора);
- он оставался ниже пределов, установленных распределительным устройством.

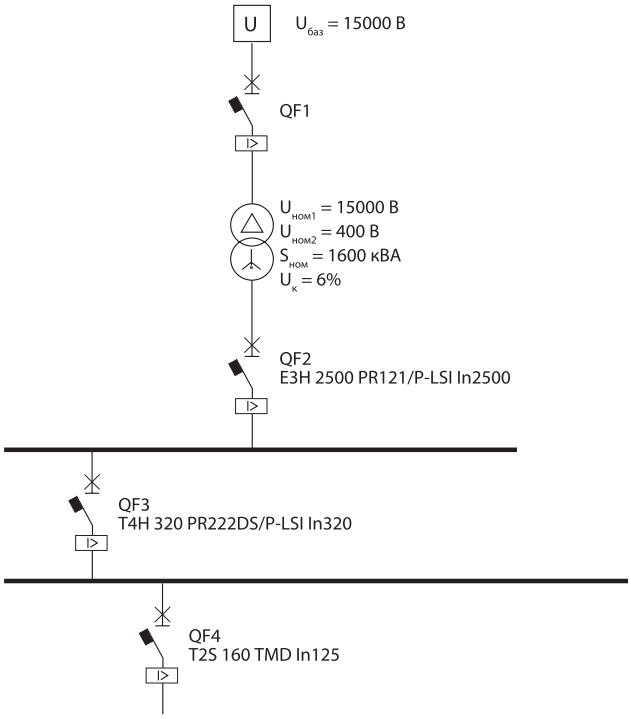
(*) Использование термометрического оборудования позволяет улучшить защиту трансформатора от перегрузки.

Пример

Следует выполнить анализ селективности для сети, представленной на рисунке:

Данные:

- Распределительная линия:
  - номинальное напряжение U_n = 15 кВ
  - ток трехфазного короткого замыкания КЗ I_{k3} = 12,5 кА
  - ток однофазного замыкания на землю I_{k1E} = 50 А
  - защита от сверхтока 51:
    - первый порог: I> - 250 А, t - 0,5 с
    - второй порог: I> - 900 А, t - 0,12 с
- Трансформатор 15/0,4 кВ:
  - номинальная мощность Sn = 1600 кВА
  - напряжение КЗ u_k = 8 %
  - номинальный первичный ток I_{t1} = 61,6 А
  - номинальный вторичный ток I_{t2} = 2309,4 А
  - бросок тока $I_{уд1} = 9 \cdot I_{t1}$ = 554,4 А
  - постоянная времени броска тока t_{the} = 0,4 с
  - ток КЗ I_{k3LV2} = 28,9 кА(1)
  - ток КЗ на шине трансформатора, приведенный к первичной стороне I_{k3LV1} = 770 А(1)
  - перегрузочная способность: 770 А за 2 с
- Автоматические выключатели НН (2):
  - QF2 E3H 2500 PR121/P-LSI In 2500A
  - QF3 T4H 320 PR222DS/P-LSI In 320A
  - QF4 T2S 160 TMD In 125A

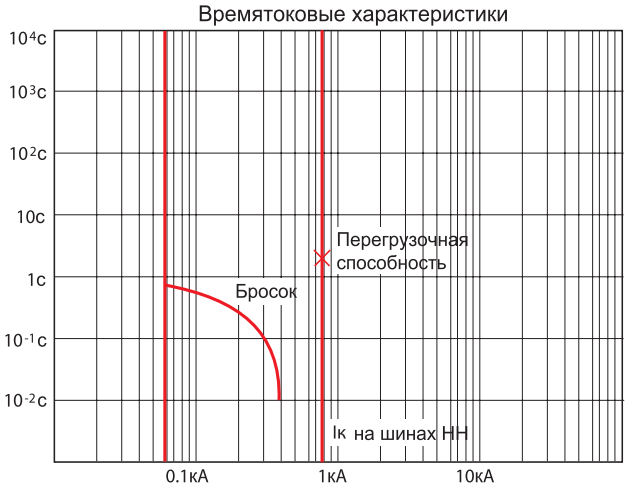


(1) при допущении, что полное электрическое сопротивление сети СН равно нулю

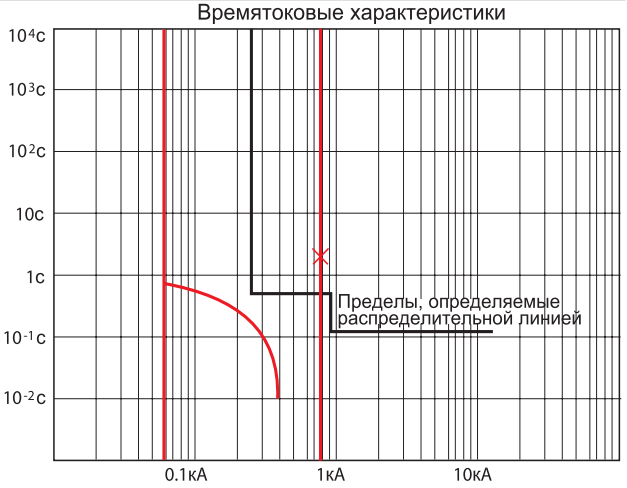
(2) при допущении, что для всех защит соблюдаются ограничения, накладываемые нагрузками и кабелями

Важные пункты документа можно найти по ссылке

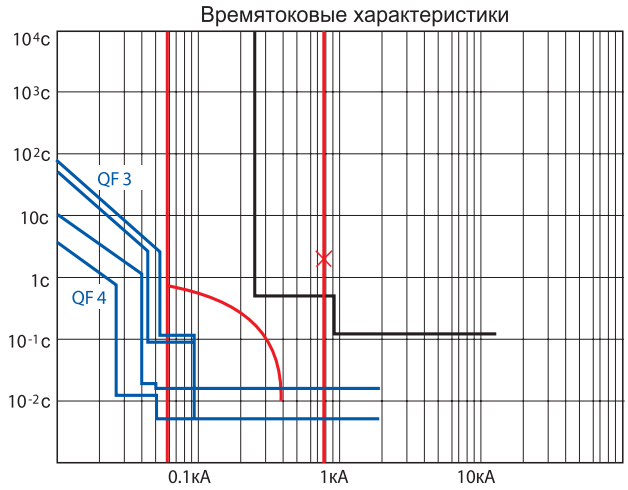
Как описано ранее, прежде всего устанавливаются данные, касающиеся трансформатора при опорном напряжении 15 кВ:



Теперь вводятся данные по пределам, установленным распределительной линией:



Кроме защиты трансформатора, кривая главного автоматического выключателя НН должна также обеспечивать селективность автоматических выключателей НН. Следовательно, можно построить кривые автоматических выключателей НН для того, чтобы определить минимальный предел кривой главного автоматического выключателя:



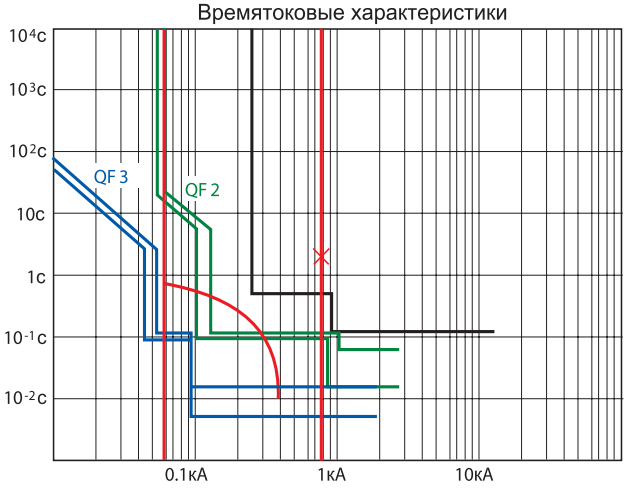
Для обеспечения селективности между QF3 и QF4, необходимо установить функции L и S выключателя T4 следующим образом:
QF3 T4H 320 PR222DS/P-LSI In 320A

L:	Уставка:	0,9 x 320 = 288 A	Кривая:	3 с
S: t = const	Уставка:	5,8 x 320 = 1856 A	Кривая:	0,1 с
I: ВЫКЛ. (OFF)				

Важные пункты документа можно найти по ссылке

На этом этапе можно начертить кривые срабатывания главного автоматического выключателя НН QF2, имея в виду следующее:

- функция L:
  - порог I1 следует отрегулировать до значения, максимально близкого к номинальному току трансформатора, для защиты его от перегрузки. Поскольку номинальный ток трансформатора составляет 2309,4 А и, учитывая неопределенность срабатывания автоматического выключателя для токов между 1,05 и 1,2 (согласно стандарту IEC60947), уставка тока I1 может быть 2309,4/(1,2x2500)@0,77xIn (1925)(1)
  - время t1 такое, чтобы быть достаточно выше кривой QF3
- функция S:
  - порог I2 следует отрегулировать до значения выше, чем 1856 А +10%, т.е. 2042,2 А
  - время t2, уставка I2 выше значения самозащиты выключателя QF3, можно отрегулировать до 0,1с
- функция I:
  - порог I3 следует отрегулировать до значения выше, чем ток КЗ в соответствии с QF3. В рассматриваемом случае этот ток является током на шине трансформатора (предполагается, что QF2 и QF3 находятся в одном и том же комплектном распределительном устройстве, и что полное электрическое сопротивление - ничтожно мало).



(1) если известна перегрузочная способность машины работать с перегрузками, можно применять меньше ограничительных уставок

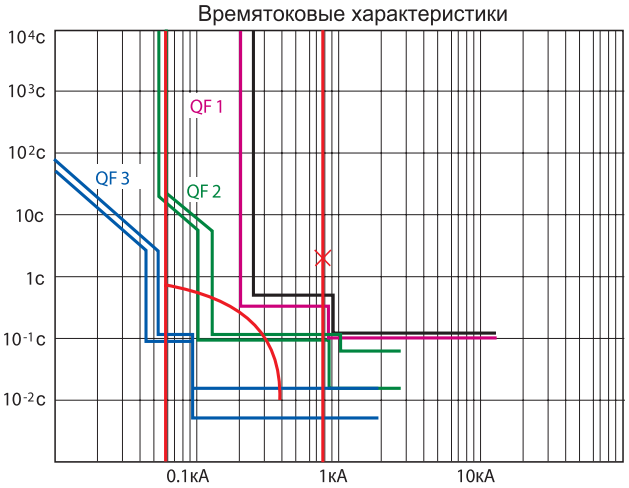
Уставка QF2 вкратце приводится ниже:

QF2 E3H 2500 PR122/P-LSI In=2500A

L:	Уставка:	0,77 x 2500 = 1925 A	Кривая:	3 c
S: t = const	Уставка:	1,7 x 2500 = 4250 A	Кривая:	0,10 c
I:	Уставка:	14 x 2500 = 35000 A		

Теперь определяются уставки для расцепителя СН, с учетом следующего:

- первый порог:
  - более высокий ток (на 30 ÷ 35% выше, чем ток на стороне нагрузки, в соответствии с публикацией CEI 11-35 Итальянской электротехнической комиссии), чем I2 главного автоматического выключателя НН 125 А (I2 + 10% допуск, при 15000 В);
  - время задержки такое, чтобы обеспечить селективность, но ниже чем способность выдерживать КЗ у трансформатора и меньше 0,5 с предела, налагаемого распределительной линией;
- второй порог:
  - ток выше, чем ток КЗ на стороне НН (увеличен на 1,2 ÷ 1,6, по возможности), и меньше предела 900 А, налагаемого распределительной линией;
  - время мгновенного срабатывания.



Уставка QF1 вкратце приводится ниже:

Первый порог I> 200 А, 0,35 с

Второй порог I>> 820 А, мгнов.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Приложение Б

Общие положения о селективности по дифференциальному току

При наличии многих функций и типов, автоматический выключатель дифференциального тока может быть определен следующим образом:
устройство, чувствительное к токам замыкания на землю, способное разомкнуть электрическую цепь за определенное время, если ток замыкания на землю превысит предварительно установленное значение. Он используется для защиты людей и оборудования от:
- прямых прикосновений (устройство высокой чувствительности, служит в качестве дополнительной меры защиты)
- косвенных прикосновений или повреждения изоляции.

Профессиональные правила для электроустановок всегда предписывают, за исключением специальных установок, наличие системы заземления в зданиях как гражданского, так и промышленного назначения. Кроме того, во многих случаях МЭК 60364 требует обязательного применения автоматического выключателя дифференциального тока для защиты людей, определяя нормы для времени срабатывания и токов, с учетом напряжения установки, имеющейся распределительной системы и места расположения установки.

Необходимую защиту установки должны обеспечить:
- главный автоматический выключатель дифференциального тока для защиты от неисправностей, которые могут возникнуть в цепи между главным выключателем и распределительной системой;
- защита каждой отдельной линии посредством устройства дифференциального тока.

Таким образом, существует необходимость внимательного изучения вопроса выбора устройств для обеспечения селективности и предотвращения вывода из строя всей установки вследствие замыкания на землю в любой точке распределительной цепи.

В общем, для каждого значения тока селективными являются два устройства дифференциального тока, если их зоны срабатывания не перекрываются. Это условие обеспечивается путем соблюдения следующих положений:

- Порог срабатывания по дифференциальному току устройства на стороне питания должен быть выше или, как максимум, равен двойному значению порога срабатывания по дифференциальному току у устройства на стороне нагрузки:

  $I\Delta n_{\text{сторона питания}} \geq 2 x I\Delta n_{\text{сторона нагрузки}}$.

  Это условие необходимо для учета номинального неотключающего дифференциального тока, который представляет собой максимальное значение тока, при котором автоматический выключатель дифференциального тока определенно не срабатывает.

  Стандарты указывают значение тока $I_{\Delta n}/2$, и до этого значения устройство не характеризуется определенным поведением, т.е. оно может сработать, но может и не сработать.

- Минимальное время несрабатывания автоматического выключателя на стороне питания, для каждого значения тока, должно быть выше, чем максимальное время срабатывания автоматического выключателя на стороне нагрузки:

  $T_{\text{мин./питание}} > T_{\text{полн./нагрузка}}$

Предписания относительно кривых срабатывания по дифференциальному току без задержки или с задержкой для автоматических выключателей дифференциального тока, соответствующих ГОСТ Р 50030.2, указаны в Приложении В.

Дифференциация времени срабатывания может быть реализована более простым образом, путем использования устройства дифференциального тока с задержкой (Δt = предел времени несрабатывания в мс или **S**, если Δt = 60 мс) с определенным временем или обратно-зависимой выдержкой времени, когда срабатывание может быть задержано в соответствии с выбираемым временем.

Эти аппараты обычно устанавливаются на стороне питания других устройств дифференциального тока мгновенного типа, и рекомендуется обеспечить отношение порогов срабатывания, равное 3.

Функция G
Защита от замыкания на землю может быть реализована с использованием функции G, имеющейся в электронных расцепителях, устанавливаемых на автоматических выключателях в литом корпусе или воздушных автоматических выключателях.
Характеристики срабатывания можно отрегулировать по току (от 0,2 до 1 x In) и по времени, с обратно-зависимой или независимой от времени характеристикой, в зависимости от различных вариантов.
Реализация защиты от косвенных прикосновений посредством функции этого типа требует тщательного анализа распределительной системы и значения тока замыкания на землю.

При использовании автоматических выключателей Emax можно реализовать зонную селективность для функции “G” в соответствии с теми же принципами, которые были описаны для функции “S”.
Это позволяет сократить время срабатывания между последовательными защитами дифференциального тока, увеличивая предел безопасности в отношении любой неисправности на стороне нагрузки автоматического выключателя стороны питания, так как его время срабатывания не такое высокое, как ему следовало бы быть для обеспечения селективности в направлении нагрузки с помощью классического метода временной селективности.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Пример

Приводится пример сети, в которой нужно реализовать селективность по дифференциальному току на 3 уровнях.
С учетом имеющихся расцепителей дифференциального тока:

RC221 (Tmax T1-T2-T3)

Регулируемые пороги срабатывания IΔn [A]	0.03 – 0.1 – 0.3 – 0.5 – 1 - 3
Время срабатывания [c]	мгновенное срабатывание

RC222 (Tmax T1-T2-T3-T4-T5)

Регулируемые пороги срабатывания IΔn [A]	0.03 – 0.05 – 0.1 – 0.3 – 0.5 – 1 – 3 – 5 - 10
Время срабатывания [c]	мгновенное - 0,1 – 0,2 – 0,3 – 0,5 – 1 – 2 - 3

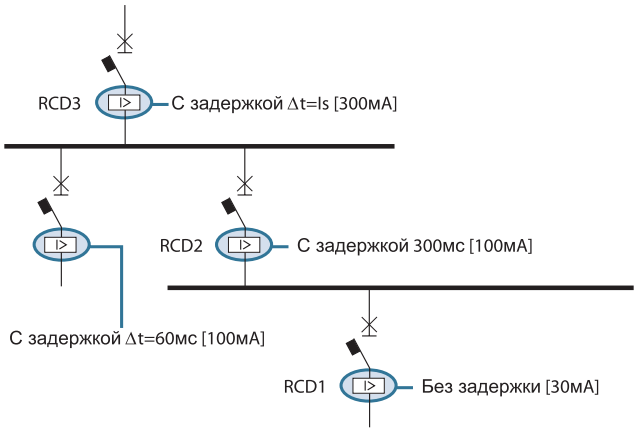
RCQ

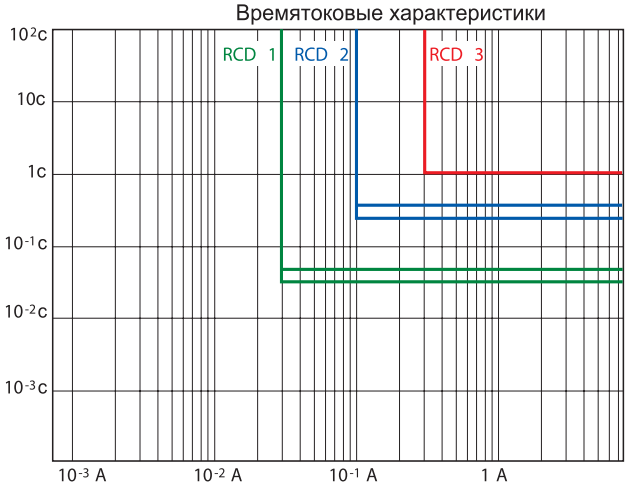
Регулируемые пороги срабатывания IΔn [A]	0.03 – 0.05 – 0.1 – 0.3 – 0.5 – 1 – 3 – 5 – 10 - 30
Время срабатывания [c]	мгновенное - 0,1 – 0,2 – 0,3 – 0,5 - 0,7 - 1 – 2 – 3 - 5

Для обеспечения селективности можно применить следующее устройство:

RCD 1 тип RC221	установленное, например, на	Tmax T1
RCD 2 тип RC222	установленное, например, на	Tmax T5
RCD 3 тип RCQ	установленное, например, на	Emax E3

Из графика видно, каким образом предотвращается перекрытие кривых трех применяемых устройств, благодаря чему обеспечивается селективность для случая замыкания на землю.



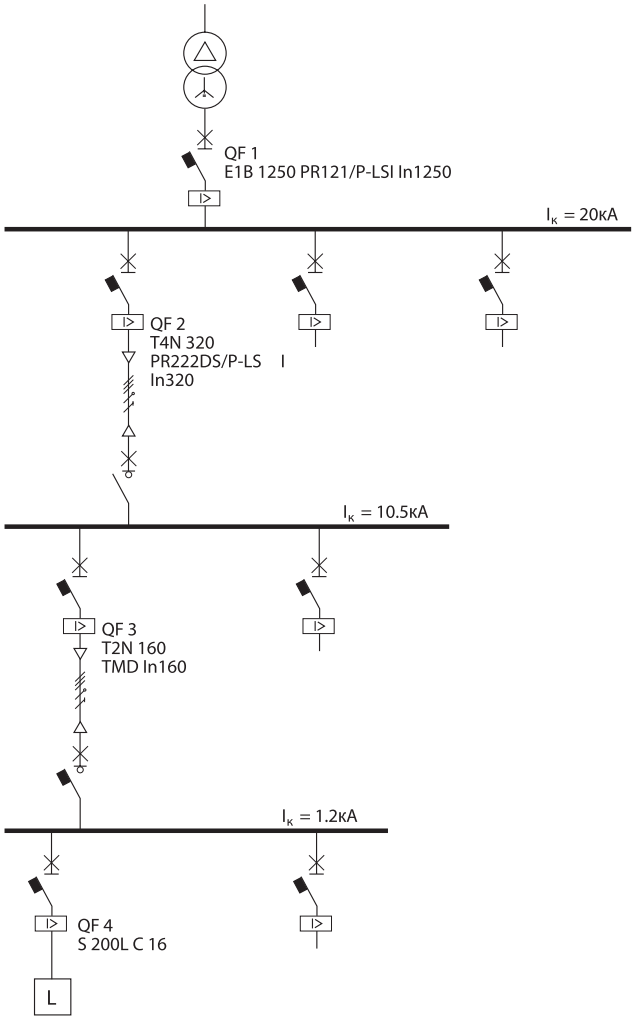


Важные пункты документа можно найти по ссылке

Приложение B

Пример анализа селективности НН/НН

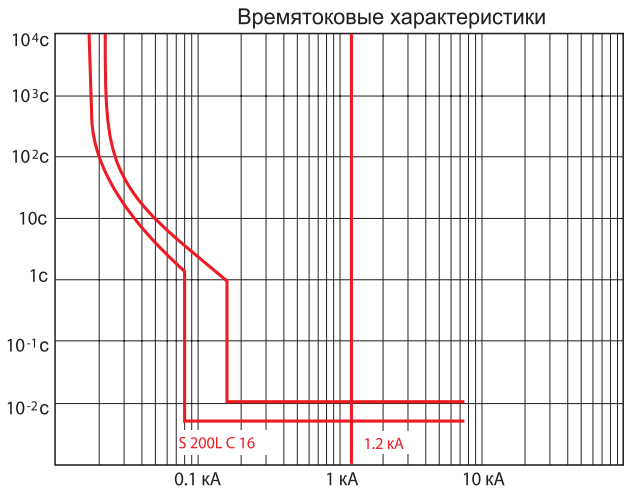
Следует выполнить анализ селективности для установки, показанной на рисунке, с питанием от трансформатора с напряжением вторичной обмотки 400 В:



Имеются четыре уровня:

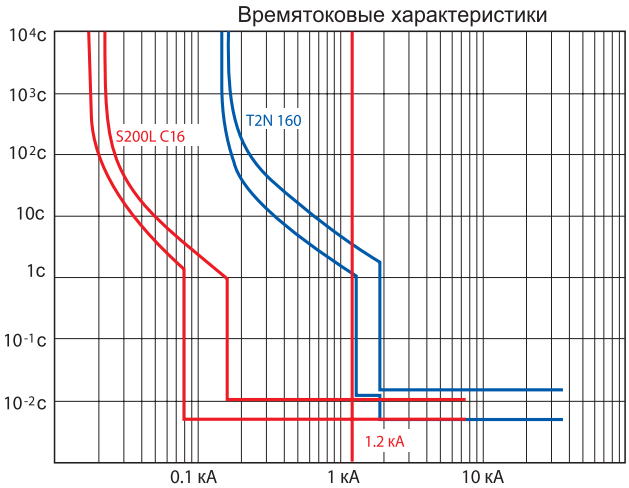
- QF1 E1B 1250 PR121/P-LSI In 1250A ($I_b = I_{n\,TP\text{-}PA}$ = 577 A, I_z = 700 A)
- QF2 T4N 320 PR222DS/P-LSI In 320A (I_b = 285 A, I_z = 300 A)
- QF3 T2N 160 TMD160-1600 (I_b = 120 A, I_z = 170 A)
- QF4 S200L C16 (I_b = 14 A, I_z = 25 A)

В следующем анализе предполагается, что через автоматические выключатели пропускается один и тот же ток КЗ (действительные токи, проходящие через выключатели, не учитываются), и что выбранные автоматические выключатели способны защитить кабели, выключатели-разъединители и прочие устройства.
Сначала строятся времятоковые характеристики выключателя QF4:



Важные пункты документа можно найти по ссылке

Отметим, что максимальный ток КЗ в точке, где установлен QF4, составляет 1,2 кА, и для получения полной селективности достаточно, чтобы магнитный порог срабатывания автоматического выключателя QF3 со стороны питания был выше этого значения, принимая во внимания допуски:

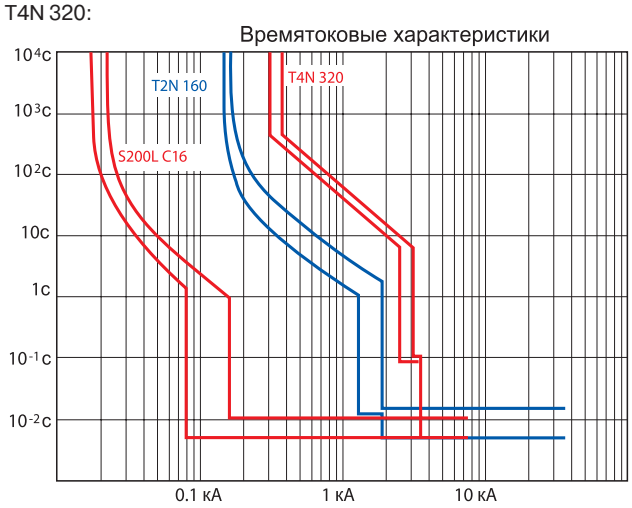


В любом случае, значение полной энергетической селективности, т. е. равной отключающей способности S200L (6 кА), указано в таблицах координации. Уставки QF2 будут следующими:

QF2, T2N 160 TMD In160

L:	Уставки: 136 [A]
I:	Уставки: 1600 [A]

Теперь построим кривую автоматического выключателя QF2 T4N 320:



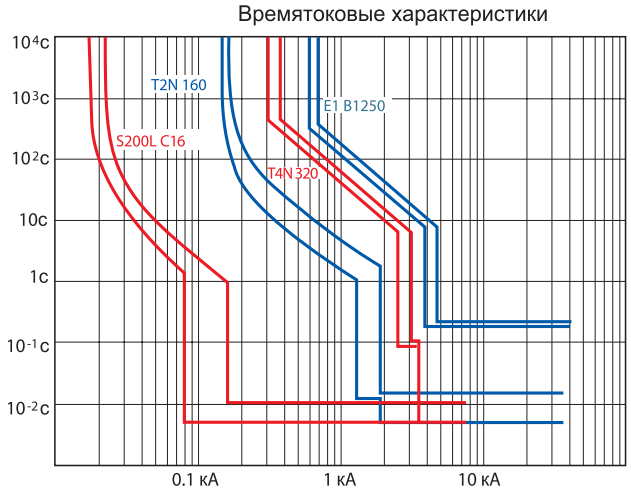
Уставки QF2 в соответствии с тем, что говорилось в предыдущих главах, будут следующими:

QF2, T4N 320 PR222DS/P-LSI In320

L:	Уставки:	0.9	Кривая:	12 с
S: t = const	Уставки:	8.8	Кривая:	0,1 с
I: ВЫКЛ. (OFF)				

Таким образом, согласно таблицам координации, значение селективности будет 25 кА, что, в этом конкретном случае, означает полную селективность.

Наконец, строится кривая автоматического выключателя QF1 E1B 1250:



Уставки QF1 в соответствии с тем, что говорилось в предыдущих главах, будут следующими:

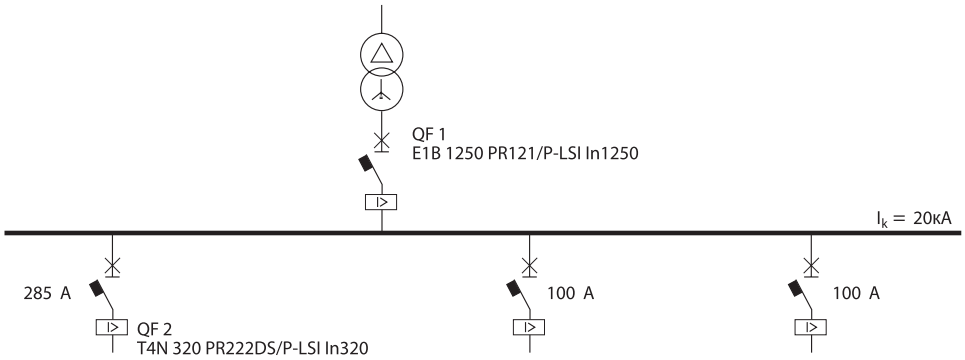
QF1, E1B 1250 PR121/P-LSI In1250

L:	Уставки:	0.47	Кривая:	48 с
S: t = const	Уставки:	3.5	Кривая:	0,2 с
I: ВЫКЛ. (OFF)				

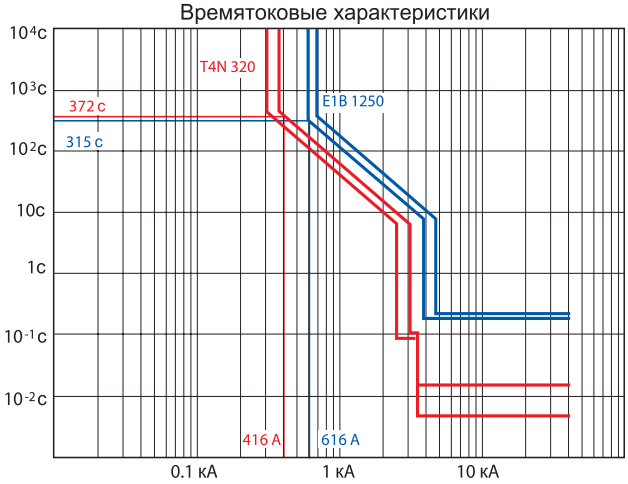
С этими уставками из таблиц координации видно, что получается полная селективность, т.е. предельный ток селективности равен отключающей способности устройства T4N, равной 36 кА.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Если необходимо учитывать действительные токи, протекающие в автоматических выключателях, следует помнить, что ток перегрузки выключателя со стороны нагрузки определяется на стороне питания с учетом токов других линий. С этой целью будет рассмотрена установка, показанная выше, с допущением, что имеется две других нагрузки в 100 А:



Анализируется самая критическая ситуация, в которой берется время срабатывания с минимальным допуском для автоматического выключателя со стороны питания и с максимальным допуском для выключателя со стороны нагрузки: в QF2 предполагается перегрузка 416 А. Ток, который проходит через QF1, будет составлять 616 А:



В этих условиях, автоматический выключатель QF1 E1B 1250 со стороны питания срабатывает за время 315 с, в то время как выключатель QF2 T4N 320 со стороны нагрузки срабатывает за время немного большее - 372 с. Для этого значения тока селективность в зоне перегрузки не обеспечивается.

Конечно, автоматический выключатель со стороны питания не срабатывает при 416 А, причем для значений более высоких, чем 416 А (например, 700 А), время срабатывания автоматического выключателя со стороны питания больше времени срабатывания выключателя со стороны нагрузки, так как сумма токов других нагрузок меньше 'влияет' на полный ток, который проходит через них.

Наконец, оценка токов, которые действительно протекают через автоматические выключатели, делает селективность определяющим фактором для некоторых значений тока перегрузки, и в этих случаях решением может быть использование кривой функции L, расположенной выше.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Приложение Г

Дополнительные соображения относительно действительных токов, протекающих в автоматических выключателях

Как упомянуто на стр. 5 данной публикации, для действительных токов, которые протекают в автоматических выключателях, можно отметить три случая:

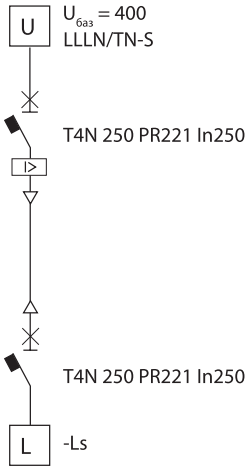
- один автоматический выключатель на стороне питания одного автоматического выключателя на стороне нагрузки (пропускается одинаковый ток);
- один автоматический выключатель на стороне питания нескольких автоматических выключателей на стороне нагрузки (через выключатель со стороны питания пропускается ток более высокий, чем ток через выключатели со стороны нагрузки);
- два или более автоматических выключателя на стороне питания и несколько автоматических выключателей на стороне нагрузки.

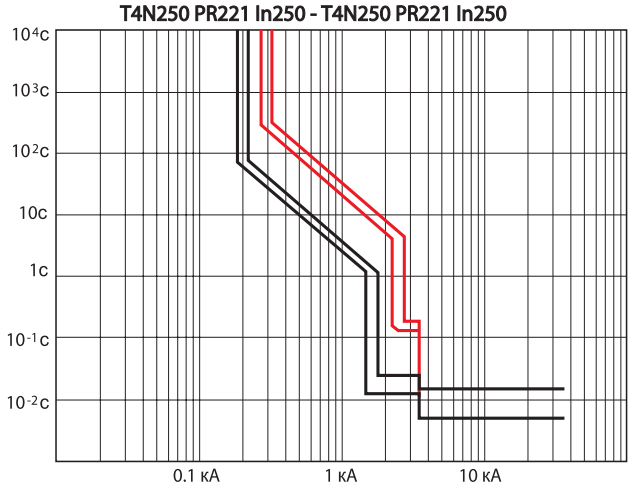
С помощью нескольких примеров показывается, как неправильное определение величин действительных токов, которые протекают в автоматических выключателях, может привести к отсутствию селективности в зоне перегрузки или к увеличению размеров выключателей для обеспечения селективности в зоне КЗ.

Автоматический выключатель со стороны питания автоматического выключателя со стороны нагрузки

В этом случае через оба автоматических выключателя пропускается один и тот же ток, как в нормальных условиях, так и при перегрузке.

Следовательно, для проверки времятоковой селективности в зоне перегрузки и КЗ, достаточно убедиться, что кривые срабатывания двух устройств не имеют точек пересечений.

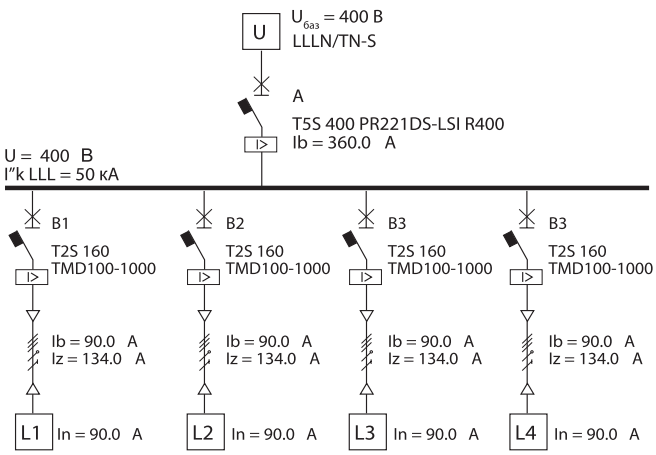


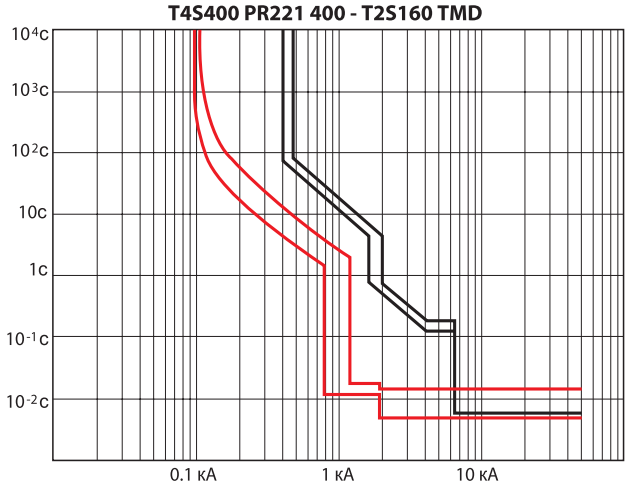


Важные пункты документа можно найти по ссылке

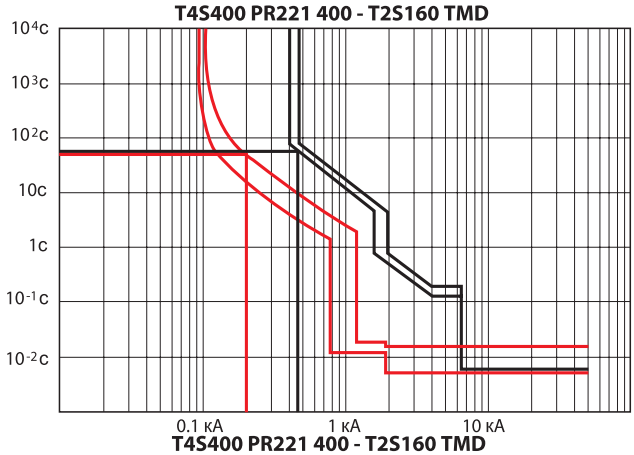
Автоматический выключатель со стороны питания нескольких автоматических выключателей со стороны нагрузки
Такая установка, разумеется, чаще всего встречается на практике.
При наличии более одного автоматического выключателя на стороне нагрузки, значения тока у выключателя со стороны питания и выключателя со стороны нагрузки, для которых необходимо обеспечить селективность, будут различными.
Следовательно, время срабатывания автоматического выключателя со стороны нагрузки вследствие сверхтока необходимо сравнить с временем срабатывания автоматического выключателя со стороны питания в соответствии с суммой всех токов, которые по нему протекают.

Пример
В установке, показанной на рисунке, при нормальных условиях через автоматический выключатель стороны питания пропускается ток 360 А, в то время как через любой отходящий фидер пропускается ток 90 А.
Возможные уставки автоматического выключателя, на основании токов, которые по ним протекают, следующие:
СВ А: I1 = 0,92 x 400 = 368 А (t1 = 3 с)
СВ В: I1 = 0,90 x 100 = 90 А
Кривые автоматических выключателей с уставками, указанными выше, показаны на рисунке. Как следует из начального анализа, очевидно, между двумя автоматическими выключателями можно обеспечить времятоковую селективность.



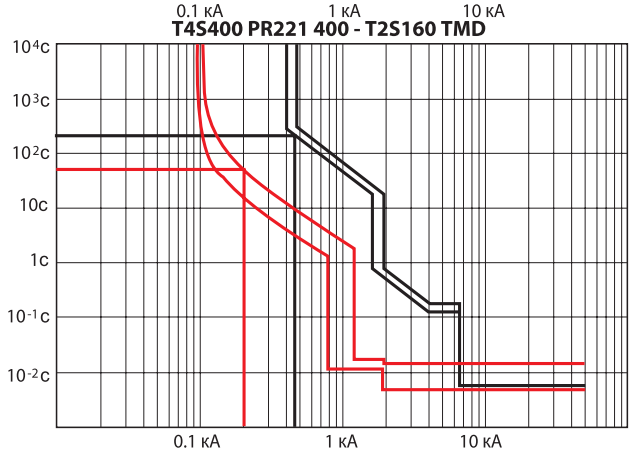


Теперь предположим, что имеются условия перегрузки в нагрузке L1, которая потребляет ток 200 А.
Через автоматический выключатель B1, следовательно, будет пропускаться ток 200 А, а через выключатель А - ток 470 А (200 + 90 + 90 + 90).
При уставках, которые приняты выше, существуют условия, показанные на рисунке, при которых оба автоматических выключателя срабатывают за время примерно равное 50 с.
Таким образом, при начальных уставках в случае перегрузки **не будет селективности** между парой рассматриваемых автоматических выключателей.



Изменим уставки автоматического выключателя со стороны питания, например, повысив время срабатывания защиты L от перегрузки:
СВ А: I1 = 0,92 x 400 = 368 А (t1 = 12 с)

В зоне перегрузки можно получить селективность, поскольку:
автоматический выключатель со стороны нагрузки B срабатывает примерно через 50 с;
автоматический выключатель со стороны питания A срабатывает примерно через 200 с.



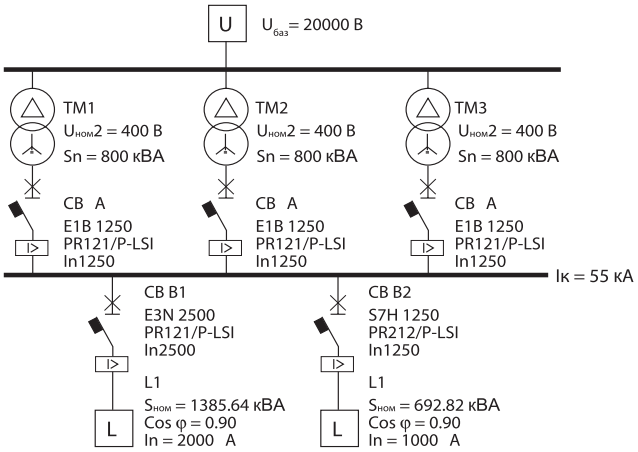
В большинстве случаев, даже без проведения данного анализа, размер и распределение перегрузки между автоматическими выключателями позволяют иметь разницу во времени срабатывания, достаточную для реализации времятоковой селективности.

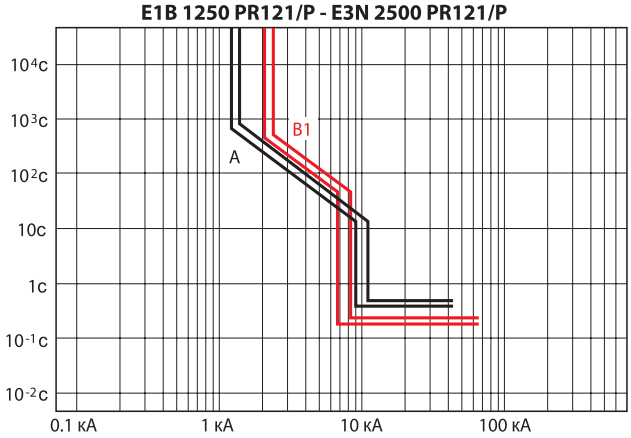
Важные пункты документа можно найти по ссылке

Несколько выключателей на стороне питания нескольких выключателей со стороны нагрузки
Для выполнения упрощенного анализа необходимо принять, что цепь совершенно симметрична и, следовательно, полный ток, вызываемый нагрузками, делится на равные части в трех автоматических выключателях со стороны питания.

Пример
В нормальных условиях в установке, показанной на рисунке, через автоматические выключатели стороны питания пропускается ток 1000 А, в то время как через два отходящих фидера протекает ток 1000 А и через другой - 2000 А.
В приведенном здесь анализе проверяется селективность между автоматическим выключателем со стороны питания **А** и выключателя большего их двух отходящих фидеров **В1**.
Возможные уставки автоматических выключателей, полученные на основании токов, которые протекают по аппаратам, следующие:

СВ А:	I1 = 0,925 x 1250 = 1 156 А	(t1 = 12 с)
	I2 = 8 x 1250 = 10000 А	(t2 = 0,4 с)
	I3 = OFF	
СВ В1:	I1 = 0,80 x 2500 = 2 000 А	(t1 = 3 с)
	I2 = 3 x 2500 = 7500 А	(t1 = 0,2 с)
	I3 = OFF	



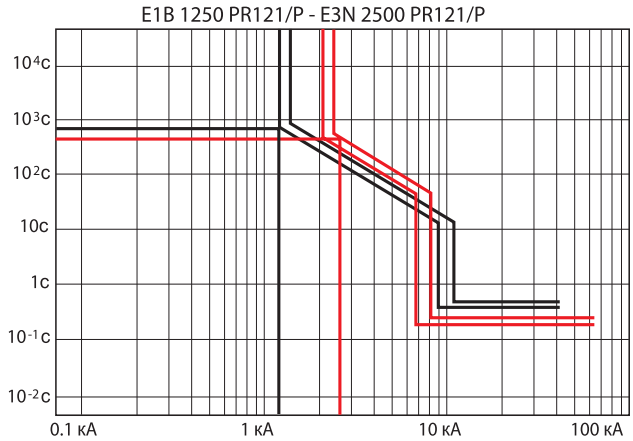


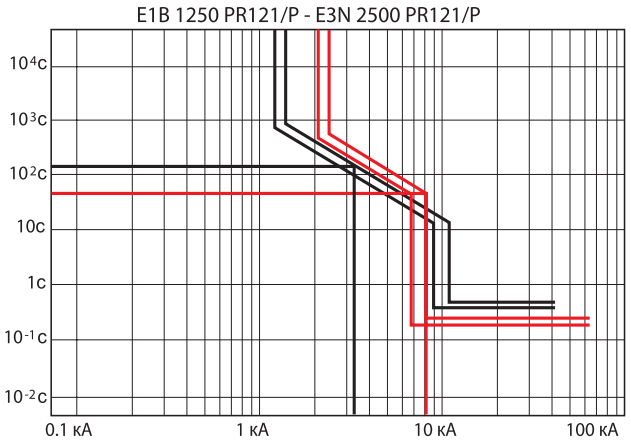
Кривые двух автоматических выключателей, рассматриваемые для случая уставок, указанных выше, показаны на рисунке.
На первый взгляд, кажется, что между двумя устройствами не имеется времятоковой селективности.

Так как эти автоматические выключатели оснащены электронными расцепителями, проверим время срабатывания двух устройств при значительных токах.

1,05 x I1автоматического выключателя со стороны питания
I_A= 1156 x1,05=1214 А t_A = 700 с
что соответствует току на В1:
I_B= (1214 x 3) - (1000) = 2642 А t_B = 450 с

1,2 x I3 автоматического выключателя со стороны нагрузки
I_B= 7500 x 1,1 = 8250 А t_A = 45 с
что соответствует току на А:
I_A= (8250 + 1000) / 3= 3083 А t_B = 174 с





Важные пункты документа можно найти по ссылке

Как можно видеть, даже если кривые перекрываются, в зоне перегрузки существует времятоковая селективность.

При выборе значения Icw также должны учитываться действительные токи, протекающие в автоматических выключателях.
Через автоматические выключатели **A** пропускается ток максимум:
36 кА вследствие КЗ между автоматическим выключателем и трансформатором
18 кА вследствие КЗ на шине.

Следовательно, эти автоматические выключатели должны быть выбраны с:
Icu > 36 кА так как отключающая способность должна быть выше, чем максимальный ток КЗ
Icw > 18 кА так как селективность по времени требуется обеспечить только для аппарата со стороны нагрузки.

Для возможной селективности в отношении других устройств со стороны нагрузки автоматический выключатель **B1** должен иметь:
Icw > 55 кА.

Важные пункты документа можно найти по ссылке

Глоссарий

Is	предельный ток селективности
Icu	предельная отключающая способность автоматического выключателя при КЗ
Icw	номинальный кратковременно выдерживаемый ток
Категория A	тип автоматического выключателя без Icw (указывается для энергетической селективности)
Категория B	тип автоматического выключателя с Icw (указывается для временной селективности)
In	номинальный ток расцепителя (определяет номинальный ток автоматического выключателя, оснащенного расцепителем, о котором идет речь)
Iu	номинальный непрерывный ток автоматического выключателя (определяет “размер”автоматического выключателя)
$I3_{макс}$ / $I3_{мин}$ =	максимальный/минимальный порог срабатывания функции защиты от мгновенного КЗ Пример: - для модульного аппарата с кривой **C** (Im=5..10In) → $I3_{макс}$=10In, $I3_{мин}$=5In - для автоматического выключателя в литом корпусе **TMD** (Im=10In±20%*) → $I3_{макс}$=12In, $I3_{мин}$=8In - для функции **I** электронного расцепителя (**I3**=10In±10%*) → $I3_{макс}$=11In, $I3_{мин}$=9In
Iк	ток короткого замыкания
TMD	термомагнитный расцепитель с регулируемым тепловым и фиксированным магнитном порогом
TMA	термомагнитный расцепитель с регулируемым тепловым и магнитном порогом
EL	электронный расцепитель
Функция L	защита от перегрузки
Функция S	защита от КЗ с задержкой
Функция I	мгновенная защита от КЗ
Функция G	защита от замыкания на землю
Функция D	защита от направленного короткого замыкания
I1	порог срабатывания функции L
t1	время срабатывания функции L
I2	порог срабатывания функции S
t2	время срабатывания функции S
I3	порог срабатывания функции I
I4	порог срабатывания функции G
t4	время срабатывания функции G
I7	порог срабатывания функции D
t7	время срабатывания функции D
Время селективности	время срабатывания электронного расцепителя, когда включена зонная селективность и входной сигнал блокировки отсутствует.
Самозащита	защита автоматического выключателя в литом корпусе, оснащенного электронным расцепителем, обеспечивающая быстрое срабатывание при изолировании КЗ для токов выше значения Iu в 10 - 12 раз, даже при отключенной функции мгновенной защиты (OFF).
ft (фут)	мера длины в футах

* ±.....% = допуск защиты

Важные пункты документа можно найти по ссылке

ADVLOC0801MAN07ARU

В результате разработки новых стандартов и оборудования точность технических характеристик и габаритов, указанных в данном пособии, требует подтверждения специалистов АББ.

АББ Индустри и Стройтехника

117861, Москва,
ул.Обручева, д 30/1, стр.2
Т: +7 (495) 960 2200
Ф: +7 (495) 960 2220

620066, Екатеринбург,
ул. Бархотская, 1, оф. 212
Т: +7 (343) 369 0069
Ф: +7 (343) 369 0000

344002, Ростов-на-Дону,
ул. Пушкинская, 72а
Т: +7 (863) 255 3971
Ф: +7 (863) 255 3921

420021, Казань,
ул. Парижской Коммуны, 26
Т: +7 (843) 292 3971
Ф: +7 (843) 292 3921

394006, Воронеж,
ул. Свободы, 73
Т: +7 (4732) 393 160
Ф: +7 (4732) 393 170

193029, Санкт-Петербург,
Б. Смоленский пр., 6
Т: +7 (812) 326 9915
Ф: +7 (812) 326 9916

664050, Иркутск,
ул. Байкальская, 291
Т: +7 (3952) 563 458
Ф: +7 (3952) 563 459

630007, Новосибирск,
Серебренниковская ул., 14/1
Т: +7 (383) 210 0542
Ф: +7 (383) 223 4917

603093, Нижний Новгород,
ул. Родионова, 23
Т: + 7 (831) 461 9102
Ф: + 7 (831) 461 9164

443010, Самара,
ул. Красноармейская, 1
Т: +7 (846) 269 6047
Ф: +7 (846) 269 8046

По вопросам заказа оборудования обращайтесь к нашим официальным дистрибьюторам: *http://www.abb.ru/ibs*

Важные пункты документа можно найти по ссылке