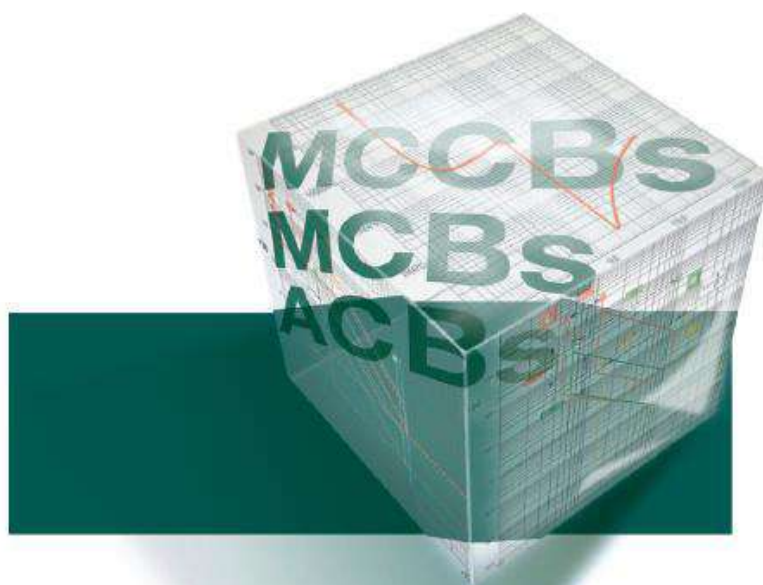


# Ръководство по електрически инсталации

Част 2

## Устройства за защита и управление



# Съдържание Част 2

## 1. Устройства за защита и управление

- 1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи
- 1.2 Основни определения
- 1.3 Типове защитни блокове

### 1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

- 1.3.2 Електронни защитни блокове
- 1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

## 2 Общи характеристики

- 2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)
- 2.2 Токоограничителни характеристики
- 2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване
- 2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики
- 2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

## 3 Координиране на защитата

- 3.1 Координиране на защитата
- 3.2 Селективност
  - 3.2.1 Селективност по ток
  - 3.2.2 Селективност по време
  - 3.2.3 Зонова селективност
  - 3.2.4 Селективност по енергия
- 3.3 Каскадиране
- 3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

## 4 Специални приложения

- 4.1 Постояннотокови мрежи
- 4.2 Критерии за избор на прекъсвачи
- 4.3 Типове постояннотокови мрежи
- 4.4 Превключватели за автоматичен пренос

## 5 Разпределителни уредби

- 5.1 Електрически разпределителни уредби
- 5.2 Форми на вътрешно разделение

## Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

## 1. Устройства за защита и управление

### 1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

#### Прекъсвачи в лят корпус: Tmax

Тип на прекъсвача			
Серия	Тип	Крайна изключвателна способност на изключване при късо съединение при 415 V AC	Номинален непрекъснат ток
T	1	B = 16 kA C = 25 kA N = 36 kA S = 50 kA H = 70 kA L = 85 kA (for T2) L = 120 kA (for T4-T5-T7) L = 100 kA (for T6) V = 150 kA (for T7) V = 200 kA	160 A
	2		250 A
	3		320 A
	4		400 A
	5		630 A
	6		800 A
	7		1000 A
			1250 A
			1600 A

Номинално изолационно напрежение  $U_i$ ; т.е. максималната средноквадратична стойност на напрежението, на което прекъсвачът може да издържи при дадена честота на захранването и при определени тестови условия.

Номинален продължителен ток  $I_n$

Номинално работно напрежение  $U_e$

Номинално импулсно напрежение  $U_{imp}$ ; т.е. върховата стойност на импулсното напрежение, на което прекъсвачът може да издържи при определени тестови условия

Tmax	T2L	160	$I_n=160A$	$U_e=690V$	$U_i=800V$	$U_{imp}=8kV$	IEC 60947-2
$U_e$ (V)	230	400/415	440	500	690	250	500
$I_{cu}$ (kA)	150	85	75	50	10	85	85
$I_{cs}$ (% $I_{cu}$ )	75	75	75	75	75	75	75
Cat A	~ 50-60Hz			2 P --- 3 P in series		CE	

Крайна изключвателна способност при късо съединение ( $I_{cu}$ ) и оминална работна изключвателна способност при късо съединение ( $I_{cs}$ ) при различни стойности на напрежението.

Съгласно международния стандарт IEC 60947-2 прекъсвачите могат да се разделят на Категория А, т.е. бързодействащата защита на прекъсвачите изключва без времезакъснение при тока на късо и Категория В, т.е. бързодействащата защита е с възможност за определено времезакъснение на изключване при ток на късо съединение.

Означението CE върху прекъсвачите на АBB показва изпълнение на изискванията на следните CE директиви: "Директива за ниско напрежение" (LVD) №2006/95/CE "Директива за електромагнитна съвместимост" (EMC) №89/336 EEC.

Изпълнение на международния стандарт IEC 60947-2: "Комплектни разпределителни уредби ниско напрежение - прекъсвачи".

# Съдържание Част 2

## 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

## 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

## 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонава селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

## 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

## 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

Въздушни прекъсвачи: Emax

Тип на прекъсвача			
Серия E	Тип X1	Крайна изключвателна способност на изключване при късо съединение при 415 V AC B = 42 kA N = 65 kA (50 kA E1) S = 75 kA (85 kA E2) H = 100 kA L = 130 kA (150 kA X1) V = 150 kA (130 kA E3)	Номинален непрекъснат ток ТОК 630 A 800 A 1000 A 1250 A 1600 A 2000 A 2500 A 3200 A 4000 A 5000 A 6300 A

SACE E3V 32		I <sub>u</sub> =3200A U <sub>e</sub> =690V I <sub>cw</sub> =85kA x 1s					
Cat B		~ 50-60 Hz					IEC 60947-2 made in Italy by ABB-SACE 
U <sub>e</sub>	(V)	230	415	440	525	690	
I <sub>cu</sub>	(kA)	130	130	130	100	100	
I <sub>cs</sub>	(kA)	100	100	100	85	85	

Крайна изключвателна способност при късо съединение (I<sub>cu</sub>) и оминална работна изключвателна способност при късо съединение (I<sub>cs</sub>) при различни стойности на напрежението.

Съгласно международния стандарт IEC 60947-2 прекъсвачите могат да се разделят на Категория А, т.е. бързодействащата защита на прекъсвачите изключва без времезакъснение при тока на късо и Категория В, т.е. бързодействащата защита е с възможност за определено времезакъснение на изключване при ток на късо съединение.

Означението CE върху прекъсвачите на ABB показва изпълнение на изискванията на следните CE директиви: "Директива за ниско напрежение" (LVD) №2006/95/CE "Директива за електромагнитна съвместимост" (EMC) №89/336 EEC.

Кратковременен ток на термична устойчивост I<sub>cw</sub>; т.е. максималният ток, който прекъсвачът може да поддържа за определен период от време.

Изпълнение на международния стандарт IEC 60947-2: "Комплектни разпределителни уредби ниско напрежение - прекъсвачи".

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

#### 1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## 1 Устройства за защита и управление

### 1.2 Основни определения

Основните определения за комплектни разпределителни уредби ниско напрежение са включени в международните стандарти IEC 60947-1, IEC 60947-2 и IEC 60947-3.

#### Основни характеристики

##### *Прекъсвач*

Механично комутационно устройство, което може да включва, провежда и прекъсва токове при нормални работни условия на веригата, а също така да включва, провежда за определено време и да прекъсва токове при определени аномални работни условия на веригата, като тези при късо съединение.

##### *Токоограничителен прекъсвач*

Прекъсвач с време на прекъсване достатъчно кратко за да предотврати токът на късото съединение да достигне върховата стойност, която в противен случай би могла да бъде достигната.

##### *Прекъсвач с щепселен монтаж*

Прекъсвач, който в допълнение на своите прекъсващи контакти разполага и с още един набор от контакти, които позволяват прекъсвачът да бъде отделен от веригата.

##### *Изваждаем прекъсвач*

Прекъсвач, който в допълнение със своите прекъсващи контакти, разполага и с набор от изолирани контакти, които позволяват прекъсвачът да бъде отделен от главната верига, така че в изтеглено положение да се постигне изолационно разстояние в съответствие с указаните изисквания.

##### *Прекъсвач в лят корпус*

Прекъсвач, който има опорен корпус от отлят изолационен материал, представляващ интегрирана и неразделна част от прекъсвача.

##### *Разединител*

Механично комутационно устройство, което в отворено положение изпълнява съответните изолационни изискванията.

##### *Защитен блок*

Устройство, механично свързано с комутационното устройство, което командва задържащите компоненти и позволява отварянето или затварянето на комутационното устройство.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

## Видове неизправности и токове на повреда

### *Претоварване*

Работно състояние в електрически изправна верига, при което протича ток над номиналния.

### *Късо съединение*

Случайно или преднамерено свързване при сравнително ниско съпротивление или импеданс на две или повече точки от електрическа верига, които нормално се намират под различни напрежения.

### *Остатъчен ток ( $I_{\Delta}$ )*

Векторната сума от токовете, протичащи в главната верига на прекъсвача.

### Номинални работни характеристики

#### Напрежения и честоти

#### *Номинално работно напрежение ( $U_e$ )*

Номиналното работно напрежение на едно устройство е стойността на напрежението, която комбинирана със стойността на номиналния работен ток, определя приложението на устройството и за която стойност се отнасят съответните изпитания и категории за прилагане.

#### *Номинално изолационно напрежение ( $U_i$ )*

Номиналното изолационно напрежение на едно устройство е стойността на напрежението, за която се отнасят стойностите на диелектричното напрежение и разстоянията на токовете на утечка. Максималната стойност на номиналното работно напрежение в никой случай не бива да превишава стойността на номиналното изолационно напрежение.

#### *Номинално върхово импулсно напрежение ( $U_{imp}$ )*

Върховата стойност на импулсно напрежение при установена форма и полярност, на която устройството може да издържи без повреда при определени условия на изпитания и за която се отнасят стойностите на изолационните разстояния.

### Токове

#### *Номинален продължителен ток ( $I_n$ )*

Номиналният продължителен ток на едно устройство е стойността на тока, определена от производителя, която устройството провежда в непрекъсват режим на работа.

#### *Номинален остатъчен работен ток ( $I_{\Delta n}$ )*

Това е средноквадратичната стойност на синусоидалния остатъчен работен ток, предписан за прекъсвача от производителя, при която прекъсвачът ще работи при определените условия.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

## Работни характеристики при условия на късо съединение

### *Номиналната включвателна способност*

Номиналната включвателна способност на едно устройство е стойността на тока, указана от производителя, която устройството може да включи при определените условия.

### *Номиналната изключвателна способност*

Номиналната изключвателна способност на едно устройство е стойността на тока, указана от производителя, която устройството може да изключи при определените условия.

### *Крайна изключвателна способност при късо съединение ( $I_{cu}$ )*

Крайна (върхова) изключвателна способност при късо съединение на един прекъсвач е максималната стойност на тока при късо съединение, която прекъсвачът може да изключи два пъти (в последователността Open – time – CloseOpen) при съответно номинално работно напрежение. След последователността на отваряне и затваряне не се изисква прекъсвачът да може да проведе номиналния си ток.

### *Номинална работна изключвателна способност при късо съединение ( $I_{cs}$ )*

Номиналната работна изключвателна способност при късо съединение на един прекъсвач е максималната стойност на тока при късо съединение, която прекъсвачът може да изключи три пъти в съответствие с последователността на операциите на отваряне и затваряне (O – t – CO – t – CO) при определено номинално работно напрежение ( $U_e$ ) и при даден фактор на мощността. След тази последователност се изисква прекъсвачът да може да провежда номиналния си ток.

### *Номинален кратковременен ток на термична устойчивост ( $I_{cw}$ )*

Номиналният кратковременен ток на термична устойчивост е токът, който прекъсвачът може да провежда в затворено положение за определен кратък период от време при предварително дефинирани условия на приложение и поведение; прекъсвачът трябва да може да поддържа този ток през съответния кратък период на закъснение, за да осигури селективност на последователно свързаните прекъсвачи.

### *Номиналната способност за включване при късо съединение ( $I_{cm}$ )*

Номиналната способност за включване при късо съединение на едно устройство е стойността на включване за това устройство, определена от производителя при дадено номинално работно напрежение, номинална честота и при определен фактор на мощността за променлив ток.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

### Категории на приложение

Категорията на приложение на един прекъсвач трябва да се определя във връзка с това, дали той е специално предназначен за селективност по времезакъснение, предвидено за тази цел по отношение на последователно свързаните прекъсвачи от страната на товара в случай на късо съединение (IEC 60947-2) или е не е предназначен за селективност.

**Категория А** – Прекъсвачи, които не са специално предназначени за селективност при условия на късо съединение по отношение на други устройства за защита от късо съединение, свързани последователно от страна на товара, т.е. без номинален кратковременен ток на термична устойчивост.

**Категория В** – Прекъсвачи, специално предназначени за селективност при условия на късо съединение по отношение на други защитни устройства от късо съединение, свързани последователно от страна на товара, т.е. със закъснение, предвидено за селективност при условия на късо съединение. Тези прекъсвачи имат номинален кратковременен ток на термична устойчивост.

Един прекъсвач се класифицира в категория В, ако неговият  $I_{cw}$  е по-голям от (IEC 60947-2):

12. $I_n$ или 5 kA, което от двете е по-голямо	за $I_n < 2500A$
30 kA	за $I_n > 2500A$

### Електрическа и механична устойчивост

#### *Механична износоустойчивост*

Механичната износоустойчивост на едно устройство се определя от броя на работните цикли без товар (всеки работен цикъл се състои от една операция на включване и изключване), които могат да бъдат изпълнени преди да стане необходимо да се извършва ремонт или подмяна на някоя от механичните части (нормалната поддръжка обаче е разрешена).

#### *Електрическа износоустойчивост*

Електрическата износоустойчивост на едно устройство се определя от броя на работните цикли под товар и дава устойчивостта на контактите на електрическо износване при сервизни условия, указани в съответния за продукта стандарт.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## 1 Устройства за защита и управление

### 1.3 Типове защитни блокове

Един прекъсвач трябва да контролира и предпазва в случай на неизправности или повреди свързаните елементи в една инсталация. За да изпълни тази функция, при установяване на аномално работно условие, защитният блок се намесва след определен период от време чрез подаване на команда за отваряне на прекъсвачия механизъм.

Защитните блокове, вградени в прекъсвачите с лят корпус и въздушните прекъсвачи на ABB SACE, могат да контролират и предпазват всякакви инсталации, от най-простите до тези със специални изисквания, благодарение на своите големи възможности за настройване по ток и съответните времена на изключване.

От устройствата, чувствителни към надноминален ток, ще разгледаме следните:

- защити от претоварване и к.с. (термомагнитни) и защити от късо съединение (магнитни);
- микропроцесорни защитни блокове;
- устройства за остатъчни токове – дефектнотокови защити.

Изборът и настройването на защитните блокове се основават на изискванията на частта от инсталацията, за която е предназначена защитата, както и на координацията с другите устройства. Най-общо казано, факторите, които се вземат предвид при избора са съответните настройки по ток, време и кривата на изключване на даденото комутационно устройство.

#### 1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

Защитните от претоварване и к.с. (термомагнитни защити) използват биметална пластина и електромагнит за да установят тока на претоварване и късо съединение; те са подходящи за защита на мрежи както с променлив, така и с постоянен ток.

В следващата таблица са показани типовете защитни блокове от претоварване и к.с., предлагани за T<sub>max</sub> прекъсвачи.

CBs	защитни блокове от претоварване и к.с.					
	MF	MA	TMF	MD	TMA	TMG
T1	-	-	■	■	-	-
T2	■	■	-	■	-	■
T3	-	■	-	■	-	■
T4	-	■	-	■	■	-
T5	-	-	-	-	■	■
T6	-	-	-	-	■	-

#### Легенда

MF Защитни блокове с фиксирани защити от късо съединение

MA Защитни блокове с настройваеми защити от късо съединение

TMG Защитни блокове от претоварване и к.с. за защита на генератори

TMF Защитни блокове с настройваема защита от претоварване и фиксирана защита от к.с.

TMD Защитни блокове с настройваеми защити от претоварване и к.с.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## Разпределение на електрическа енергия

MCCBs	T1	T2	T3	T4				
	160	160	250	250	400	630	630	800
1.6								
2								
2.5								
3.5								
4								
5		TMD						
6.3								
8								
10								
12.5								
16		TMD						
		TMG						
20		TMD		TMD				
25		TMD						
		TMG						
32		TMD		TMD				
40	TMF	TMD	TMG					
	TMD	TMG						
50		TMD		TMD				
63								
80								
100		TMD						
		TMG						
125			TMD					
			TMG	TMA				
160								
200								
250								
320					TMA			
					TMG			
400						TMA		
						TMG		
500								
630							TMA	
800								TMA

## Защита на двигатели

MCCBs	T2	T3	T4
	160	250	250
1			
1.6			
2			
2.5			
3.2			
4			
5	MF		
6.5			
8.5			
10			MA
11			
12.5			
20	MA		
25			MA
32			
52	MA		
80			
100		MA	MA
125			
160			
200			

### Легенда

MF Защитни блокове с фиксирани защити от късо съединение

MA Защитни блокове с настройваеми защити от късо съединение

TMG Защитни блокове от претоварване и к.с. за защита на генератори

TMF Защитни блокове с настройваема защита от претоварване и фиксирана защита от к.с.

TMD Защитни блокове с настройваеми защити от претоварване и к.с.

## 1 Устройства за защита и управление

### 1.3.2 Електронни защитни блокове

Тези защитни блокове са свързани с токови трансформатори (три или четири в зависимост от броя на проводниците, които трябва да бъдат предпазвани), които са разположени вътре в прекъсвача и имат двойна функция – от една страна за електрическото захранване, необходимо за правилното функциониране на защитния блок (самозахранване), а от друга страна за установяване на стойността на тока, протичащ по проводниците под напрежение; поради това те са съвместими само с променливотоковите мрежи.



## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

ACBs	E3H-V		E3 N-S-H-V		E3S-H-V-L		E3 N-S-H-V	E4S-H-V	E6V	E6H-V		
	E2S	E2N-S-L	E2B-N-S-L	E2B-N-S	E2B-N-S							
						E1B-N						
	X1B-N-L		X1B-N									
	630	800	1250*	1600	2000	2500	3200	4000	3200	4000	5000	63 0
400	■	■	■	■	■	■	■	-	-	-	-	-
630	■	■	■	■	■	■	■	-	-	-	-	-
800	-	■	■	■	■	■	■	-	-	-	-	-
1000	-	-	■	■	■	■	■	-	-	-	-	-
1250	-	-	-	■	■	■	■	■	■	-	-	-
1600	-	-	-	■	■	■	■	■	■	-	-	-
2000	-	-	-	-	■	■	■	■	■	-	-	-
2500	-	-	-	-	-	■	■	■	■	-	-	-
3200	-	-	-	-	-	-	■	■	■	■	■	■
4000	-	-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	■
5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	■	■
6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	■

\* Също така за  $I_u = 1000$  A (не се предлага за E3V и E2L).

#### Пример за ползване на таблицата

Прекъсвачът тип E3L се предлага с  $I_u = 2000$ A и  $I_u = 2500$ A, но не се предлага с  $I_u = 3200$ A.

#### 1.3.2.1 Защитни функции на електронните защитни блокове

Защитните функции на електронните защитни блокове са:

**L - Защита от претоварване с обратнoзависимо продължително времезакъснение**

Защитна функция срещу претоварвания с обратнoзависимо продължително времезакъснение и константна специфична енергия на преминаване; не може да бъде изведена.

**L - Защита от претоварване в съответствие с стандарта IEC 60255-3**

Защитна функция срещу претоварвания с обратнoзависимо продължително времезакъснение и характеристики на изключване в съответствие с IEC 60255-3; приложима при координиране с предпазители и със защити за средно напрежение.

**S - Защита от късо съединение с настройваемо закъснение**

Защитна функция срещу токове на късо съединение с настройваемо времезакъснение; благодарение на възможността за настройване на закъснението тази защита е особено полезна, когато е необходимо да се постигне селективна координация между различни устройства.

**S2 - Двойно S**

Тази функция дава възможност да се зададат независимо една от друга две стойности на защитната функция S и да се активират едновременно, селективност може да се постигне и при изключително критични условия.

**D - Зависеща от посоката защита от късо съединение с настройване на закъснението**

Защита от късо съединение, подобна на S функцията, която може да сработи по различен начин в зависимост от посоката на тока на късо съединение; особено подходяща за многоконтурни вериги или голям брой паралелни захранващи линии.

**I - Защита от късо съединение с мигновено изключване**

Функция за мигновена защита срещу късо съединение.

**EFDP- Ранно откриване и предпазване от неизправности**

Благодарение на тази функция, защитният блок може да изолира повредата за по-кратък период от време в сравнение със зоната селективност, която се предлага в момента на пазара.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

### **Rc - Защита от остатъчен ток**

Тази функция е особено подходяща там, където се изисква защита от остатъчен ток при ниска чувствителност, както и за приложения с висока чувствителност за да се предпазят хората от индиректен контакт.

### **G - Защита от земно съединение с настройваемо времезакъснение**

Функция за защита на инсталацията в случай на късо съединение спрямо земята.

### **U - Защита от дебаланс на фазите**

Защитна функция, която сработва, когато се установи съществен дебаланс между токовете на отделните фази защитени от прекъсвача.

### **OT - Самозащита от висока температура**

Защитна функция, която управлява изключването на прекъсвача, когато температурата вътре в изключващото устройство може да застраши правилното му функциониране.

### **UV - Защита от ниско напрежение**

Защитна функция, която сработва, когато фазовото напрежение падне под предварително зададена стойност.

### **OV - Защита от пренапрежение**

Защитна функция, която сработва, когато фазовото напрежение превиши предварително зададения праг.

### **RV - Защита от остатъчно напрежение**

Защита, която установява аномални напрежения в нулевия проводник.

### **RP - Защита от обратна мощност**

Защита, която сработва, когато посоката на активната мощност е обратна на тази при нормалната работа.

### **UF - Защита от понижена честота**

Тази защита установява падането на мрежовата честота под определена стойност, генерира аларма или отваря веригата.

### **OF - Защита от висока честота**

Тази защита установява нарастването на мрежовата честота над определена стойност, генерира аларма или отваря веригата.

### **M - Термична памет**

Благодарение на тази функция е възможно да се отчете нагряването на компонентите, така че изключването да е толкова по-бързо, колкото по-малко време е изминало от последното сработване на защитата.

### **R - Защита от блокиране на ротора**

Функцията сработва веднага щом се установят условия, които биха могли да доведат до блокиране на ротора на защитаващия двигател по време на работа.

### **Inst - Много бърза, мигновена защита от късо съединение**

Тази специфична защитна функция има за цел да поддържа целостта на прекъсвача и на инсталацията в случай на надноминални токове, които трябва да бъдат изключени още по-бързо в сравнение с времената гарантирани от защитата от късо съединение с мигновено изключване. Тази защита трябва да се настрои само от ABB SACE и не може да бъде изведена.

### **Dual setting – Двойна настройка**

С тази функция е възможно да се програмират два различни набора от параметри (LSIG) и чрез външна команда да се преминава от единия набор към другия.

### **K - Управление на товара**

Благодарение на тази функция е възможно да се добавят/елиминират отделни товари преди да изключи защитата от претоварване L.

В следващата таблица са обобщени видовете електронни защитни блокове и функциите, които те реализират:

# Съдържание Част 2

## 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

## 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

## 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

## 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

## 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

						PR221	Защитни блокове
						PR222	
						PR223	
						PR231	
						PR232	
						PR331	
						PR332	
						PR333	
						PR121	
						PR122	
						PR123	
						<b>Защитни функции</b>	
■	■	■	■	■	■	L (t=k/ I <sub>2</sub> )	Защита от претоварване
						L	Стандартна крива на изключване съгласно IEC 60255-3
■	■	■	■	■	■	S1 (t=k)	Защита от късо съединение със закъснение
■	■	■	■	■	■	S1(t=k/ I <sub>2</sub> )	Защита от късо съединение със закъснение
						S2 (t=k)	Защита от късо съединение със закъснение
						D (t=k)	Защита от късо съединение в зависимост от посоката
■	■	■	■	■	■	I (t=k)	Защита от късо съединение с мигновено изключване
■	■	■	■	■	■	G (t=k)	Защита от земно съединение с настройваемо закъснение
■	■	■	■	■	■	G (t=k/I <sub>2</sub> )	Защита от земно съединение с настройваемо закъснение
						Gext (t=k)	Защита от земно съединение с настройваемо закъснение
						Gext (t=k/ I <sub>2</sub> )	Защита от земно съединение с настройваемо закъснение
						Gext (Idn)	Защита от земно съединение с настройваемо закъснение
						Rc (t=k)	Защита от остатъчен ток
						U (t=k)	Защита от дебаланс на фазите
						OT	Защита от температура извън обхвата
						UV (t=k)	Защита от ниско напрежение
						OV (t=k)	Защита от високо напрежение
						RV (t=k)	Защита от остатъчно напрежение
						RP (t=k)	Защита от обратна посока на активната мощност
						UF	Защита от ниска честота
						OF	Защита от висока честота
						inst	Мигновена самозащита
■						EF	Ранно установяване и превенция от неизправност

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## 1 Устройства за защита и управление

### 1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

Дефектнотоковите защити са обединени с прекъсвач с цел да се реализират две основни функции в едно единствено устройство:

- защита от претоварване и късо съединение;
- защита от индиректен контакт (наличие на напрежение в достъпни проводящи части вследствие на нарушаване на изолацията).

Освен това те могат да гарантират допълнителна защита против риска от пожар, произтичащ от възникване на малки неизправности или токове на утечка, които не са установени от стандартните защити от претоварване.

Дефектнотоковите защити, които имат номинален остатъчен ток непревишаващ 30 mA, се използват също така и като средство за допълнителна защита от директен контакт в случай на неизправност на съответните средства за защита.

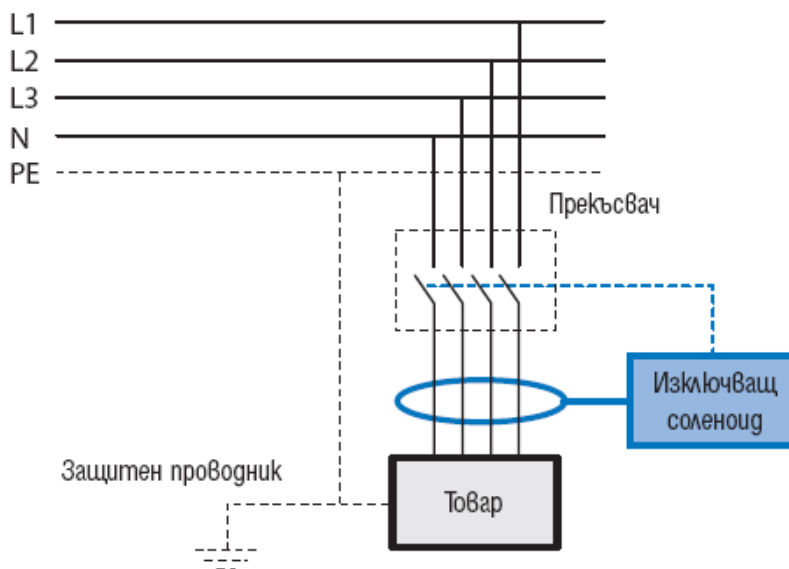
Тяхната логика е базирана на установяването на векторната сума на линейните токове чрез вътрешен или външен тороид.

При нормални работни условия тази сума е равна на нула или на дефектния земен ток ( $I_{\Delta}$ ) в случай на земно съединение.

Когато защитният блок установи остатъчен ток различен от нула, той изключва прекъсвача чрез изключвателен соленоид.

Както може да видим на фигурата, защитният проводник или екипотенциалният проводник трябва да бъдат инсталирани извън евентуалния външен тороид.

#### Типова разпределителна система (IT, TT, TN)



Принципът на работа на дефектнотоковите защити ги прави подходящи за разпределителните системи TT, IT и TN-S, но не и за системите TN-C. В действителност, при тези системи(TN-C) нулата се използва също така и за защитен проводник (PE) и поради това установяването на остатъчен ток не би било възможно, тъй като нулата минава през тороида и векторната сума от токовете винаги би била нула.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

#### 1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**





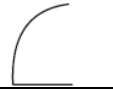
Една от основните характеристики на дефекнтоковите защиты е техният минимален номинален остатъчен ток  $I_{\Delta n}$ . Това, всъщност, е чувствителността на защитата.

В зависимост от своята чувствителност към тока на повреда прекъсвачите за остатъчен ток се класифицират като:

- тип АС: устройство за остатъчен ток, което изключва в случай на остатъчен синусоидален променлив ток в отсъствие на постояннотокова компонента, независимо дали се появяват мигновено или са бавно нарастващи;

- тип А: устройство за остатъчен ток, което сработва в случай на остатъчен синусоидален променлив ток при наличие на определени остатъчни пулсиращи постоянни токове, независимо дали се появяват мигновено или са бавно нарастващи;\*

- тип В: устройство за остатъчен ток, което изключва при остатъчни синусоидални променливи токове, остатъчни постоянни токове и при наличие на определени остатъчни пулсиращи постоянни токове, независимо дали се появяват мигновено или са бавно (плавно) нарастващи, тъй като остатъчни постоянни токове могат да се получат и от токоизправителни вериги.\*\*

	Форма на остатъчния ток	Правилно функциониране на устройството за остатъчен ток		
		Тип		
Синусоидален променлив ток		АС	А	В
				
Пулсиращ постоянен ток			+	+
				
Плавен постоянен ток				+

\* При наличие на електрическа апаратура с електронни компоненти (компютри, фотокопирни машини, факс апарати и др.) токът на земно съединение може да приеме несинусоидална форма, а някакъв вид форма на пулсиращ еднопосочен постоянен ток. В тези случаи е необходимо да се използва защитен блок за остатъчен ток, класифициран като тип А.

\*\* При наличие на токоизправителни вериги (т.е. еднофазова връзка с кондензаторен товар, причиняващ гладък постоянен ток, три-пътно свързване в звезда и шест-пътно мостово свързване, дву-пътно линейно свързване) токът на земно съединение може да приеме еднопосочна постояннотокова форма. В този случай е необходимо да се използва защитен блок за остатъчен ток, класифициран като тип В.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## 1 Устройства за защита и управление

За да се изпълнят изискванията за адекватна защита от земно съединение в ABB SACE са разработени следните категории продукти:

### - прекъсвачи в лят корпус:

- RC221 защитен блок за остатъчен ток за монтаж с прекъсвачи Tmax T1, T2, T3 с номинален ток от 16A до 250A;
- RC222 защитен блок за остатъчен ток за монтаж с прекъсвачи Tmax T1, T2, T3, T4, T5 с номинален ток от 16A до 500A;
- RC223 защитен блок за остатъчен ток за монтаж с прекъсвачи Tmax T4 с номинален ток до 250A;
- електронни защитни блокове PR222DS/P, PR223 DS/P LSIG за прекъсвачи T4, T5, T6 с номинален ток от 100A до 1000A;
- електронни защитни блокове PR331, PR332 LSIG за прекъсвачи Tmax T7 с номинален ток от 800A до 1600A;
- електронни защитни блокове PR332 с интегрирана защита от остатъчен ток за прекъсвачи тип Tmax T7 с номинален продължителен ток от 800A до 1600A;

		RC221		RC222		RC223
Вид на прекъсвача		T1-T2-T3		T1-T2-T3	T4 and T5 4p	T4 p
Tup		L модел			разположен отдолу	
Технологи		микропроцесорна				
Действие		с изключваща бобина				
Първично работно напрежение <sup>(1)</sup>	[V]	85...500	85...500	85...500	110...500	
Работна честота	[Hz]	45...66	45...66	45...66	0-400-700-1000	
Самозахранване		■	■	■	■	
Тестов работен обхват <sup>(1)</sup>		85...500	85...50	85...500	110...500	
Номинален работен ток	[A]	up to 250 A	up to 250 A	up to 500 A	up to 250 A	
Изключване при номинален остатъчен ток	[A]	0.03-0.1-0.3/0.5-1-3	0.03-0.05-0.1-0.3/0.5-1-3-5-10	0.03-0.05-0.1-0.3-0.5-1-3-5-10	0.03-0.05-0.1-0.3-0.5-1	
Времева граница за неизключване	[s]		-0.2-0.3-0.5-1-2-3	-0.2-0.3-0.5-1-2-3	0-0.1-0.2-0.3-0.5-1-2-3	
Толеранс на времето на изключване						

### - въздушни прекъсвачи:

- PR331, PR332, PR333 LSIG електронни защитни блокове за прекъсвачи Emax X1 с номинален продължителен ток от 630A до 1600A;
- Въздушни прекъсвачи, оборудвани с електронни защитни блокове тип PR121, PR122, PR123 LSIG за прекъсвачи Emax E1 до E6 с номинален продължителен ток от 400A до 6300A;
- PR332, PR333 електронни защитни блокове с интегрирана защита от остатъчен ток за прекъсвачи Emax X1 с номинален продължителен ток от 630A до 1600A;
- PR122 и PR123 електронни защитни блокове с интегрирана защита от остатъчен ток за прекъсвачи Emax E1 до E6 с номинален продължителен ток от 400A до 6300A.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонава селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

### В следващата таблица е обобщена гамата от прекъсвачи на ABB SACE за защита от остатъчен ток и земно съединение

		In	RC221	RC222	RC223	PR222 LSIG	PR223 LSIG	PR331 PR332 PR333* LSIG	PR332 PR333* LSIRc	PR121 PR122 PR123 LSIG	PR122 LSIRc
		type	A-AC	A-AC	B	-	-	-	A-AC	-	A-AC
MCCb	T1	16÷160	■	■	-	-	-	-	-	-	-
	T2	10÷160	■	■	-	-	-	-	-	-	-
	T3	63÷250	■	■	-	-	-	-	-	-	-
	T4	100÷320	-	■	(1)■	■	■	-	-	-	-
	T5	320÷630	-	■	-	■	■	-	-	-	-
	T6	630÷1000	-	-	-	■	■	-	-	-	-
	T7	800÷1600	-	-	-	-	-	■	■	-	-
ACB	X1	400÷1600	-	-	-	-	-	■	■	-	-
	E1	400÷1600	-	-	-	-	-	-	-	■	■
	E2	400÷2000	-	-	-	-	-	-	-	■	■
	E3	400÷3200	-	-	-	-	-	-	-	■	■
	E4	1250÷4000	-	-	-	-	-	-	-	■	-
	E6	3200÷6300	-	-	-	-	-	-	-	■	-

### Релета за остатъчен ток с външен трансформатор

Прекъсвачите ABB SACE могат да бъдат монтирани също така с релетата за остатъчен ток RCQ с отделен тороид за да се изпълнят изискванията, когато условията в инсталацията са особено рестриктивни, като например с вече инсталирани прекъсвачи, ограничено пространство в отделението за прекъсвачите и др.

Благодарение на характеристиките на настройките за остатъчния ток и на времената за изключване, релетата за остатъчен ток с външен трансформатор могат лесно да бъдат инсталирани дори в крайните етапи на изграждане на инсталацията; в частност, при избиране на номинален остатъчен ток  $I_{\Delta n}=0.03A$  с мигновено изключване, прекъсвачът гарантира защита от индиректен контакт и представлява допълнителна мярка срещу директен контакт, също така и при наличие на особено високи стойности на съпротивлението на земно съединение.

Тези релета за остатъчен ток са от типа с индиректно действие: командата за отваряне, подадена от релето, трябва да доведе до изключване на прекъсвача чрез допълнителен защитен блок, който предварително е монтиран в прекъсвача от потребителя.

Релета за остатъчен ток			SACE RCQ
Напрежение на захранването		AC [V]	80...500
		DC [V]	48...125
Работна честота		[Hz]	45÷66
Настройване на границата за изключване $I_{\Delta n}$	1-ви обхват на настройките	[A]	0.03-0.05-0.1-0.3-0.5
	2-ри обхват на настройките	[A]	1-3-5-10-30
Настройване на времето за изключване		[s]	0-0.1-0.2-0.3- .5-0.7-1-2-3-5

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

#### 2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

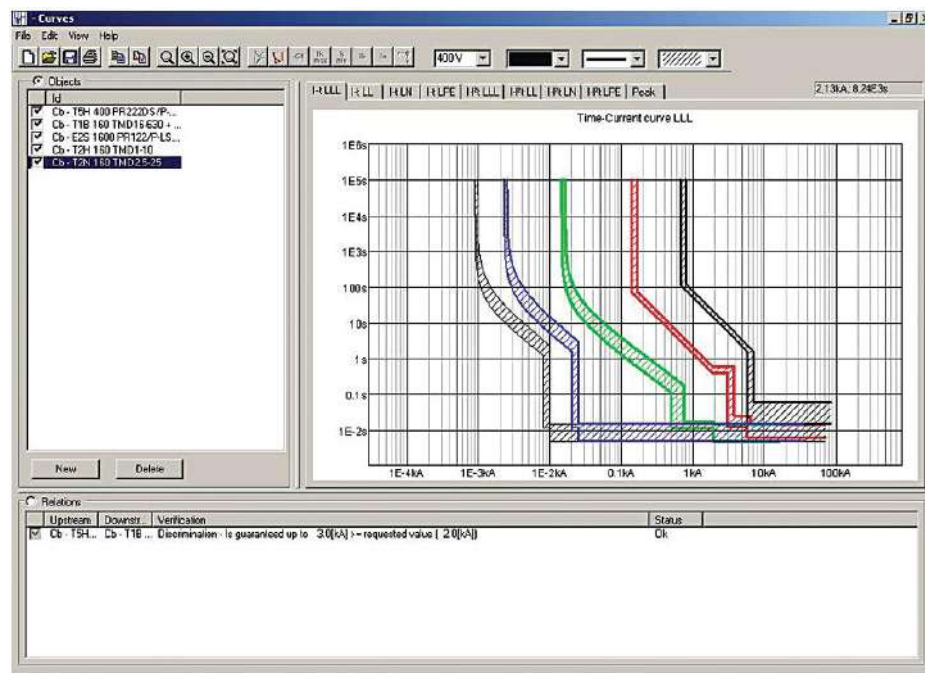
## 2 Общи характеристики

### 2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

Софтуерният пакет “Curves”, който се предлага на компакт диск, е средство предназначено за тези, които работят в сферата на електропроектирането.

Тази програма дава възможност за визуализация на:

- I-t LLL: времетокови криви на изключване при трифазни неизправности;
- I-t LL: времетокови криви на изключване при двуфазни неизправности;
- I-t LN: времетокови криви на изключване при еднофазни неизправности;
- I-t LPE: времетокови криви на изключване при неизправности фаза - земя;
- $I^2t$  LLL: специфична енергия на преминаване при трифазни неизправности;
- $I^2t$  LL: специфична енергия на преминаване при двуфазни неизправности;
- $I^2t$  LN: специфична енергия на преминаване при еднофазни неизправности;
- $I^2t$  LPE: специфична енергия на преминаване при неизправности фаза - земя;
- Peak: крива характеризираща ограничаването на тока;
- Времетокови криви за кабели и предпазители.



Освен това, програмата изпълнява и функции за проверка на селективност, кабелната защита, защита на хората. Алгоритмите за проверяване на кабелната защита са описани в международните стандарти. Алгоритмите за проверяване на селективността са реализирани в съответствие с насоките, определени в Документите за технически приложения ABB SACE, по-конкретно “QT1: Селективност ниско напрежение с прекъсвачи ABB”. Софтуерът “Curves” показва кривите на изключване и ограничаване съгласно каталозите.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

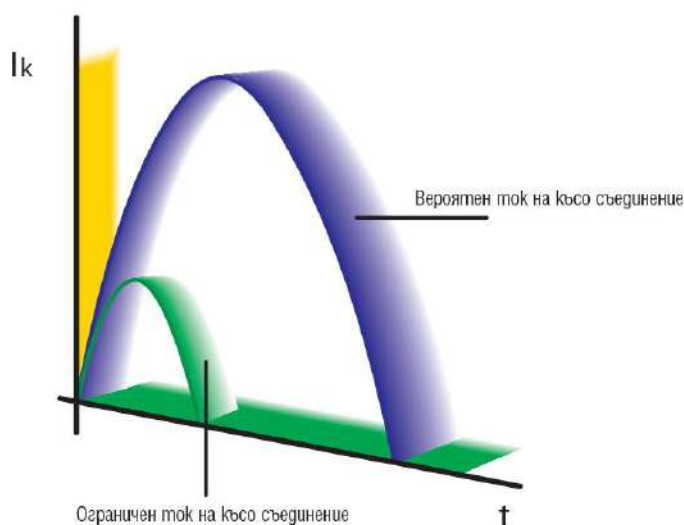
5.2 Форми на вътрешно разделение

Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

## 2 Общи характеристики

### 2.2 Токоограничителни характеристики

Прекъсвач, при който отварянето на контактите се извършва след преминаването на върховата стойност на тока на късо съединение или при естественото му премиване през нулата, позволява компонентите на системата да бъдат подлагани на големи натоварвания, както топлинни, така и динамични. За да се намалят тези натоварвания са разработени токоограничаващи прекъсвачи (виж Част 2, Глава 1.2 “Основни определения”), които могат да задействат операцията по отваряне на контактите преди токът на късо съединение да е достигнал своята върхова стойност и бързо да погасят дъгата между тях; на следващата диаграма е показана формата на вълните на вероятния ток на късо съединение, както и на ограничения ток на късо съединение.



На следващата диаграма е показана токоограничителната характеристика на прекъсвача Tmax T2L160, In160. По оста “x” е ефективната стойност на симетричния вероятен ток на късо съединение, докато по оста “y” е показана относителната върхова стойност. Ефектът на ограничаване може да бъде оценен чрез сравняване, при равни стойности на симетричния ток на повреда, на върховата стойност на вероятния ток на късо съединение (крива А) с ограничената върхова стойност (крива В).

Прекъсвачът T2L160 с защита от претоварване и к.с. (термомагнитен защитен блок) In160 при 400V, за ток на повреда от 40 kA, ограничава върховата стойност на тока на късо съединение до 16,2 kA – “крива В”, с редукция от около 68 kA в сравнение с върховата стойност без граничаване равна на 84 kA – “крива А”.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

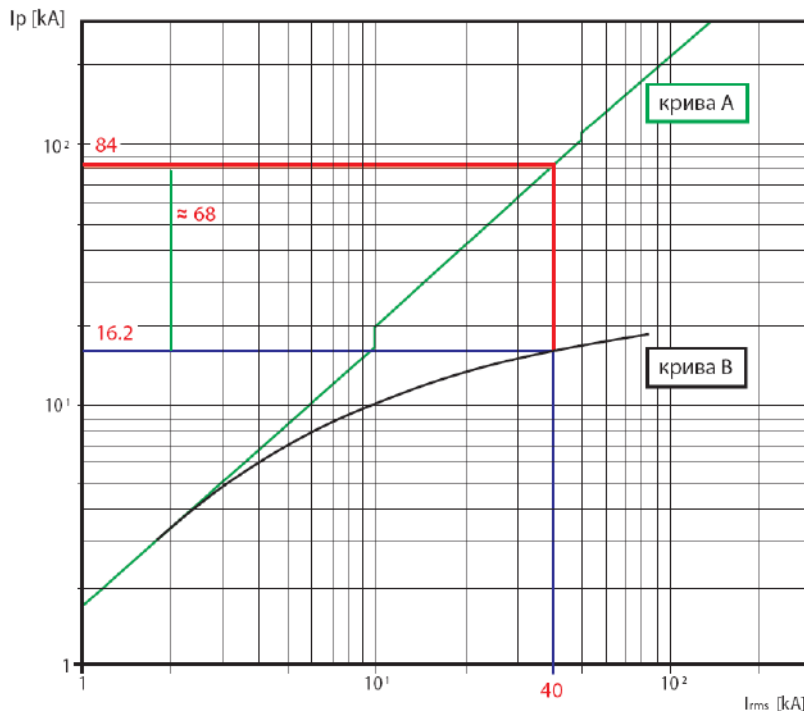
4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**



Вземайки предвид, че електродинамичните натоварвания и предизвиканите от тях механични такива са тясно свързани с върховата стойност на тока, използването на токоограничаващи прекъсвачи позволява оптималното оразмеряване на компонентите в една електрическа инсталация. Освен това ограничаването на тока може да се използва също така и за постигане на координация между два прекъсвача, свързани последователно.

Освен предимствата от гледна точка на проектирането, използването на токоограничаващи прекъсвачи дава възможност за случаите описани в стандарта IEC 60439-1, да се избегне необходимостта от проверяване на устойчивост на късо съединение и а разпределителни табла. Член 8.2.3.1 на стандарта “Схеми на инсталации, които са освободени от проверяване на устойчивост на късо съединение” гласи, че:

“Проверяване на устойчивост на късо съединение не се изисква в следните случаи ...

За инсталации със защити чрез токоограничаващи устройства, които имат ограничаване на тока непревишаващо 17 kA при максималния допустим вероятен ток на късо съединение на изходите на входящата схема на инсталацията ...”

За примерът на предната страница заедно с тези разгледани в стандарта, можем да обобщим: ако прекъсвачът се използва като главен прекъсвач в разпределително табло и се инсталира в точка от инсталацията, където вероятният ток на късо съединение е 40 kA, то не би било необходимо да се извършва проверка на устойчивост на късо съединение.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

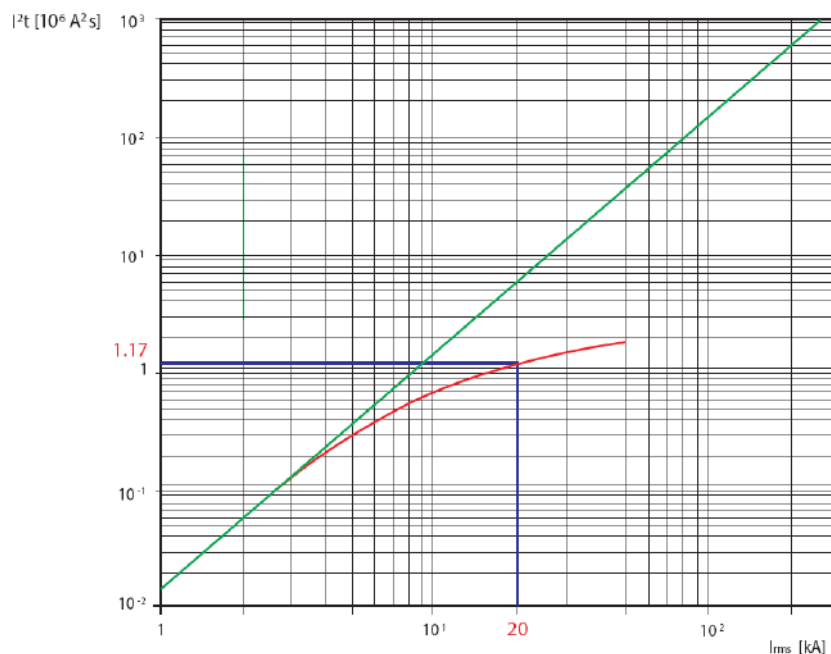
## 2 Общи характеристики

### 2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

В случай на късо съединение, частите на инсталацията засегнати от повредата са подложени на термични напрежения, които са пропорционални както на квадрата на тока на повредата, така и на времето необходимо на прекъсващото устройство да прекъсне тока. Енергията, пропусната от прекъсващото устройство по време на изключването, се нарича “специфична енергия на преминаване” ( $I^2t$ ), измервана в  $A^2s$ . Познаването на стойността на “специфичната енергия на преминаване” през отделните състояния на повредата е фундаментално за оразмеряването и защитата на различните части на инсталацията.

Ефектът от ограничаване и намаляване времето на изключване влияе на стойността на специфичната енергия на преминаване. За тези стойностите на тока, за които отварянето на прекъсвача се регулира чрез настройване на времето на изключване на защитния блок, стойността на специфичната енергия на преминаване се получава чрез умножаване на квадрата на ефективният ток на повредата по времето, необходимо на защитното устройство да изключи; в останалите случаи, специфичната енергия на преминаване може да се получи от показаните по-долу диаграми.

Изложеното по-долу е пример за разчитане на характеристиката на специфичната енергия на преминаване за прекъсвач тип T3S 250 In160 при 400 V. Остта “x” показва симетричният вероятен ток на късо съединение, а остта “y” показва стойностите на специфичната енергия на преминаване, изразени в MA<sup>2</sup>s. При ток на късо съединение, равен на 20 kA, прекъсвачът пропуска стойност на  $I^2t$ , равна на 1,17 MA<sup>2</sup>s (1 170 000 A<sup>2</sup>s).



## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

### 1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## 2 Общи характеристики

### 2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

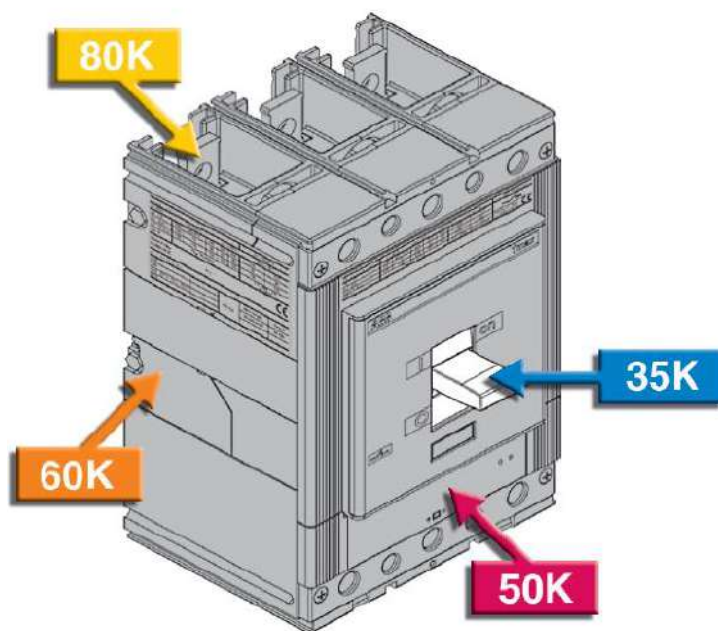
В стандарта IEC 60947-2 е указано, че границите на температурно повишение за прекъсвачи, работещи при номинален ток, трябва да бъдат в рамките на дадените в следващата таблица стойности:

Таблица 1 – Граници на температурното повишение за клеми и достъпни части

Описание на частта*	Граници на температурното повишение К	
- Клеми за външни връзки		80
- Средства за ръчно обслужване:	метални	25
	неметални	35
- Части, за които се предвижда да бъдат докосвани, но не държани в ръка:	метални	40
	неметални	50
- Части, които не се налага да се докосват при нормална работа:	метални	50
	неметални	60

\* Някоя стойност не е дадена за части, различни от изброените. Не трябва да се нанасят съседни части от изолационен материал.

Тези стойности са валидни за максимална референтна околна температура от 40°C, както е определено в стандарта IEC 60947-1, член 6.1.1.



Когато околната температура е различна от 40°C, стойността на тока, която може да се провежда продължително от прекъсвача, е даден в следните таблици:

# Съдържание Част 2

## 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

## 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

## 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

## 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

## 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

### Прекъсвачи със защитни блокове от претоварване и к.с.

	In	10°C		20°C		30°C		40°C		50°C		60°C		70°C	
		MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	M X	MIN	M X	MIN	MAX
T1	16	13	18	12	18	12	17	11	16	11	15	10	14	9	13
	20	16	23	15	22	15	21	14	20	13	19	12	18	11	16
	25	20	29	19	28	18	26	18	25	16	23	15	22	14	20
	32	26	37	25	35	24	34	22	32	21	30	20	28	18	26
	40	32	46	31	44	29	42	28	40	26	38	25	35	23	33
	50	40	58	39	55	37	53	35	50	33	7	31	44	28	41
	63	51	72	49	69	46	66	44	63	41	59	39	55	36	51
	80	64	92	62	88	59	84	56	80	53	75	49	70	46	65
	100	81	115	77	110	74	105	70	100	66	94	61	88	57	81
	125	101	144	96	138	92	131	88	125	82	117	77	109	71	102
T2	1.6	1.3	1.8	1.2	1.8	1.2	1.7	1.1	1.6	1	1.5	1	1.4	0.9	1.3
	2	1.6	2.3	1.5	2.2	1.5	2.1	1.4	2	1.3	1.9	1.2	1.7	1.1	1.6
	2.5	2	2.9	1.9	2.8	1.8	2.6	1.8	2.5	1.6	2.3	1.5	2.2	1.4	2
	3.2	2.6	3.7	2.5	3.5	2.4	3.4	2.2	3.2	2.1	3	1.9	2.8	1.8	2.6
	4	3.2	4.6	3.1	4.4	2.9	4.2	2.8	4	2.6	3.7	2.4	3.5	2.3	3.2
	5	4	5.7	3.9	5.5	3.7	5.3	3.5	5	3.3	4.7	3	4.3	2.8	4
	6.3	5.1	7.2	4.9	6.9	4.6	6.6	4.4	6.3	4.1	5.9	3.8	5.5	3.6	5.1
	8	6.4	9.2	6.2	8.8	5.9	8.4	5.6	8	5.2	7.5	4.9	7	4.5	6.5
	10	8	11.5	7.7	11	7.4	10.5	7	10	6.5	9.3	6.1	8.7	5.6	8.1
	12.5	10.1	14.4	9.6	13.8	9.2	13.2	8.8	12.5	8.2	11.7	7.6	10.9	7.1	10.1
T3	16	13	18	12	18	12	17	11	16	10	15	10	14	9	13
	20	16	23	15	22	15	21	14	20	13	19	12	17	11	16
	25	20	29	19	28	18	26	18	25	16	23	15	22	14	20
	32	26	37	25	35	24	34	22	32	21	30	19	28	18	26
	40	32	46	31	44	29	42	28	40	26	37	24	35	23	32
	50	40	57	39	55	37	53	35	50	33	47	30	43	28	40
	63	51	72	49	69	46	66	44	63	41	59	38	55	36	51
	80	64	92	62	88	59	84	56	80	52	75	49	70	45	65
	100	80	115	77	110	74	105	70	100	65	93	61	87	56	81
	125	101	144	96	138	92	132	88	125	82	117	76	109	71	101
T4	63	51	72	49	69	46	66	44	63	41	59	38	55	35	51
	80	64	92	62	88	59	84	56	80	52	75	48	69	45	64
	100	80	115	77	110	74	105	70	100	65	93	61	87	56	80
	125	101	144	96	138	92	132	88	125	82	116	76	108	70	100
	160	129	184	123	176	118	168	112	160	104	149	97	139	90	129
	200	161	230	154	220	147	211	140	200	130	186	121	173	112	161
T5	250	201	287	193	278	184	263	175	250	163	233	152	216	141	201
	20	19	27	18	24	16	23	14	20	12	17	10	15	8	13
	32	26	43	24	39	22	36	19	32	16	27	14	24	11	21
	50	37	62	35	58	33	54	30	50	27	46	25	42	22	39
	80	59	98	55	92	52	86	48	80	44	74	40	66	32	58
	100	83	118	80	113	74	106	70	100	66	95	59	85	49	75
	125	103	145	100	140	94	134	88	125	80	115	73	105	63	95
	160	130	185	124	176	118	168	112	160	106	150	100	104	90	130
	200	162	230	155	220	147	210	140	200	133	190	122	175	107	160
	250	200	285	193	275	183	262	175	250	168	240	160	230	150	220
T6	320	260	368	245	350	234	335	224	320	212	305	200	285	182	263
	400	325	465	310	442	295	420	280	400	265	380	250	355	230	325
	500	435	620	405	580	380	540	350	500	315	450	280	400	240	345
T6	630	520	740	493	705	462	660	441	630	405	580	380	540	350	500
	800	685	965	640	905	605	855	560	800	520	740	470	670	420	610

### Примери:

Избор на прекъсвач в лят корпус, с термомагнитен защитен блок, за товарен ток 180 А, при околна температура 60°C. От таблицата, отнасяща се за Tmax T3, може да се види, че най-подходящия прекъсвач е T3 In 250, който може да бъде настроен от 152 А до 216 А.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## Прекъсвачи с електронни защитни блокове

			Up to 40°C		50°C		60°C		70°C	
			Imax (A)	II	Imax (A)	II	Imax (A)	II	Imax (A)	II
T2 160	фиксиран	F	1601	1	153.6	0 96	140.8	0.88	128	0.8
		EF	1601	1	153.6	0.96	140.8	0.88	128	0.8
		ES	1601	1	153.6	0.96	140.8	0.88	128	0.8
		FC Cu	1601	1	153.6	0.96	140.8	0.88	128	0.8
		FC CuAl	1601	1	153.6	0.9	140.8	0.88	128	0.8
	с щепселен монтаж	R	1601	1	153.6	0.96	140.8	0.88	128	0.8
		F	144	0.9	138	0.84	126	0.8	112	0.68
		EF	144	0.9	138	0.84	126	0.8	112	0.68
		ES	144	0.9	138	0.84	126	0.8	112	0.68
		FC Cu	144	0.9	138	0.84	126	0.8	112	0.68
		R	144	0.9	138	0.84	126	0.8	112	0.68
T4 250	фиксиран	FC	250	1	250	1	250	1	220	0.88
		F	250	1	250	1	250	1	220	0.88
		R (HR)	250	1	250	1	250	1	220	0.88
		R (VR)	250	1	250	1	250	1	230	0.92
	с щепселен монтаж	FC	250	1	250	1	230	0.2	210	0.84
		F	250	1	250	1	230	0.92	210	0.84
		HR	250	1	250	1	230	0.92	210	0.84
		VR	250	1	250	1	240	0.96	220	0.88
T4 320	фиксиран	FC	320	1	294	0.92	269	0.84	243	0.76
		F	320	1	294	0.92	269	0.84	243	0.76
		R (HR)	320	1	294	0.92	269	0.84	2 3	0.76
		R (VR)	320	1	307	0.96	281	0.88	256	0.8
	с щепселен монтаж	FC	320	1	294	0.92	268	0.84	242	0.76
		F	320	1	294	0.92	268	0.84	242	0.76
		HR	320	1	294	0.92	268	0.84	242	0.76
		VR	320	1	307	0.96	282	0.8	256	0.8
T5 400	фиксиран	FC	400	1	400	1	400	1	352	0.88
		F	400	1	400	1	400	1	352	0.88
		R (HR)	400	1	400	1	400	1	352	0.88
		R (VR)	400	1	400	1	400	1	368	0.92
	с щепселен монтаж	FC	400	1	400	1	368	0.92	336	0.84
		F	400	1	400	1	368	0.2	336	0.84
		R (HR)	400	1	400	1	3 8	0.92	336	0.84
		R (VR)	400	1	4 0	1	382	0.96	350	0.88
T5 630	фиксиран	FC	630	1	580	0.92	529	0.84	479	0.76
		F	630	1	580	0.92	529	0.84	479	0.76
		HR	630	1	580	0.92	529	0.84	479	0.76
		VR	630	1	605	0.6	554	0.88	504	0.80
	с щепселен монтаж	F	567	0.9	502	0.8	458	0.72	4 9	0.64
		HR	567	0.9	502	0.8	458	0.72	409	0.64
		VR	567	0.9	526	0.82	480	0.76	429	0.68

### Легенда

F= Предни плоски клеми

EF= Предни удължени клеми

FC= Предни клеми за кабели

FC Cu= Предни клеми за медни кабели

HR= Задни плоски хоризонтални клеми

FC CuAl= Предни клеми за CuAl кабели

VR= Задни плоски вертикални клеми

ES= Предни удължено-разширени клеми

R= Задни клеми

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

		Up to 40°C		50°C		60°C		70°C		
		I <sub>max</sub> (A)	II	I <sub>max</sub> (A)	II	I <sub>max</sub> (A)	II	I <sub>max</sub> (A)	II	
T6 630	фиксиран	FC	630	1	630	1	598.1	1	567	0.9
		R (VR)	630	1	630	1	630	1	598.5	0.95
		R (HR)	630	1	630	1	567	0.9	504	0.8
	с щепселен монтаж	F	630	1	598.5	0.95	567	0.9	567	0.
		VR	630	1	630	1	598.5	0.95	504	0.8
		HR	630	1	598.5	0.95	567	0.9	504	0.8
T6 800	фиксиран	FC	800	1	800	1	760	0.95	720	0.9
		R (VR)	800	1	800	1	800	1	760	0.95
		R (HR)	800	1	800	1	720	0.9	640	0.8
	с щепселен монтаж	F	800	1	760	0.95	20	0.9	640	0.8
		VR	800	1	800	1	760	0.95	720	0.9
		HR	800	1	760	0.95	720	0.9	640	0.8
T6 1000	фиксиран	FC	1000	1	926	0.93	877	0.88	784	0.78
		R (HR)	1000	1	926	0.93	845	0.85	756	0.76
		R (VR)	1000	1	1000	1	913	0.92	817	0.82
		ES	1000	1	00	0.9	820	0.82	720	0.72
T7 1000 V version	фиксиран	VR	1000	1	1000	1	1000	1	894	0.89
		EF-HR	1000	1	1000	1	895	0.89	784	0.78
	с щепселен монтаж	VR	1000	1	1000	1	913	0.91	816	0.82
		EF-HR	1000	1	1000	1	8 5	0.89	784	0.78
T7 1250 V version	фиксиран	VR	1250	1	1201	0.96	1096	0.88	981	0.78
		EF-HR	1250	1	1157	0.93	1056	0.85	945	0.76
	с щепселен монтаж	VR	1250	1	1157	0.93	1056	0.85	945	0.76
		EF-HR	1250	1	1000	0.8	913	0.73	816	0.65
T7 1250 S-H-L V version	фиксиран	VR	1250	1	1250	1	125	1	1118	0.89
		EF-HR	1250	1	1250	1	1118	0.89	980	0.78
	с щепселен монтаж	VR	1250	1	1250	1	1141	0.91	1021	0.82
		EF-HR	1250	1	1250	1	1118	0.89	980	0.78
T7 1600 S-H-L V version	фиксиран	VR	1600	1	1537	0.96	403	0.88	1255	0.78
		EF-HR	1600	1	1481	0.93	1352	0.85	1209	0.76
	с щепселен монтаж	VR	1600	1	1481	0.93	1352	0.85	1209	0.76
		EF-HR	1600	1	1280	0.8	1168	0.73	1045	0.65

#### Легенда

F= Предни плоски клеми

EF= Предни удължени клеми

FC= Предни клеми за кабели FC

Cu= Предни клеми за медни кабели

HR= Задни плоски хоризонтални клеми

FC CuAl= Предни клеми за CuAl кабели

VR= Задни плоски вертикални клеми

ES= Предни удължено-разширени клеми

R= Задни клеми

#### Пример:

Избор на прекъсвач в лят корпус с електронен защитен блок, изваждаем със задна вертикална клемна шина, товарен ток равен на 720 А и околна температура 50°C. От таблицата, отнасяща се за Tmax T6 може да се види, че най-подходящият прекъсвач е T6 800, който може да се настрои от 320 А до 760 А.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

### Еmax X1 с хоризонтални задни клемми

Температура [°C]	X1 630		X1 800		X1 1000		X1 1250		X1 1600	
	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]
10	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
20	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
30	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
40	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
45	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
50	100	630	100	800	100	1000	100	1250	97	1550
55	100	630	100	800	100	1000	100	1250	94	1500
60	100	630	100	800	100	1000	100	1250	93	1480

### Еmax X1 с вертикални задни клемми

Температура [°C]	X1 630		X1 800		X1 1000		X1 1250		X1 1600	
	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]
10	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
20	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
30	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
40	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
45	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
50	100	630	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
55	100	630	100	800	100	1000	100	1250	98	1570
60	100	630	100	800	100	1000	100	1250	95	1520

### Еmax E1

Температура [°C]	E1 800		E1 1000		E1 1250		E1 1600	
	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]
10	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
20	100	800	100	1000	100	1250	100	1600
30	100	800	100	1000	100	1250	98	1570
40	100	800	100	1000	100	1250	96	1530
45	100	800	100	1000	100	1250	94	1500
50	100	800	100	1000	100	1250	92	1470
55	100	800	100	1000	100	1240	89	1430
60	100	800	100	1000	100	1230	87	1400

### Еmax E2

Температура [°C]	E2 800		E2 1000		E2 1250		E2 1600		E2 2000	
	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]
10	100	800	100	1000	100	1600	100	1600	100	2000
20	100	800	100	1000	100	1600	100	1600	100	2000
30	100	800	100	1000	100	1600	100	1600	100	2000
40	100	800	100	1000	100	1600	100	1600	100	2000
45	100	800	100	1000	100	1600	100	1600	100	2000
50	100	800	100	1000	100	1600	100	1600	97	1945
55	100	800	100	1000	100	1600	100	1600	94	1885
60	100	800	100	1000	98	1570	98	1570	91	1825
65	100	800	100	1000	96	1538	96	1538	88	1765
70	100	800	100	1000	94	1510	94	1510	85	1705

### Еmax E3

Температура [°C]	E3 800		E3 1000		E3 1250		E3 1600		E3 2000		E3 2500		E3 3200	
	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]	%	[A]
10	100	800	100	1000	100	1250	100	2500	100	2000	100	2500	100	3200
20	100	800	100	1000	100	1250	100	2500	100	2000	100	2500	100	3200
30	100	800	100	1000	100	1250	100	2500	100	2000	100	2500	100	3200
40	100	800	100	1000	100	1250	100	2500	100	2000	100	2500	100	3200
45	100	800	100	1000	100	1250	100	2500	100	2000	100	2500	100	3200
50	100	800	100	1000	100	1250	100	2500	100	2000	100	2500	97	3090
55	100	800	100	1000	100	1250	100	2500	100	2000	100	2500	93	2975
60	100	800	100	1000	100	1250	100	2500	100	2000	100	2500	89	2860
65	100	800	100	1000	100	1250	97	2425	100	2000	97	2425	86	2745
70	100	800	100	1000	100	1250	94	2350	100	2000	94	2350	82	2630

# Съдържание Част 2

## 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

## 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

## 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

## 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

## 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

Температура	Emax E4				Температура	Emax E6							
	E4 3200		E4 4000			E6 3200		E6 4000		E6 5000		E6 6300	
	%	[A]	%	[A]		%	[A]	%	[A]	%	%	%	[A]
10	100	3200	100	4000	10	100	3200	100	4000	100	5000	100	6300
20	100	3200	100	4000	20	100	3200	100	4000	100	5000	100	6300
30	100	3200	100	4000	30	100	3200	100	4000	100	5000	100	6300
40	100	3200	100	4000	40	100	3200	100	4000	100	5000	100	6300
45	100	3200	100	4000	45	100	3200	100	4000	100	5000	100	6300
50	100	3200	98	3900	50	100	3200	100	4000	100	5000	100	6300
55	100	3200	95	3790	55	100	3200	100	4000	100	5000	98	6190
60	100	3200	92	3680	60	100	3200	100	4000	98	4910	96	6070
65	98	3120	89	3570	65	100	3200	100	4000	96	4815	94	5850
70	95	3040	87	3460	70	100	3200	100	4000	94	4720	92	5600

## 2 Общи характеристики

### 2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

Товарите прекъсвачи са дефинирани в стандарта IEC 60947-3 като механични комутационни устройства, които в изключено положение изпълняват функция на разединяване и осигуряват изолационно разстояние (разстоянието между контактите), достатъчно за да се гарантира безопасност. Тази безопасност на разединяване трябва да бъде гарантирана и удостоверена чрез положителната операция: работния лост трябва винаги да показва действителното положение на подвижните контакти в устройството.

Механичното комутационно устройство трябва да може да включва, провежда и прекъсва токове при нормални работни условия на веригата, включително и токове на претоварване и да провежда за определен период от време токове при аномални работни условия на веригата, като например при късо съединение.

Товарите прекъсвачи често се използват като:

- Главни устройства на обособени части на разпределителни уредби;
- Комутационни и разединяващи устройства за линии, събирателни шини и товари;
- Шинни връзки.

Товарите прекъсвачи трябва да гарантират, че цялата инсталация или част от нея не е под напрежение и е сигурно разединена от каквото и да било електрическо захранване. Използването на такъв прекъсвач дава възможност например персоналът да работи по инсталацията без рискове от електрическо естество.

Дори и да не е забранено използването на еднополюсни устройства едно до друго, стандартите препоръчват да се използват многополюсни устройства, така че да се гарантира едновременната изолация на всички полюси във веригата.

Специфичните номинални характеристики на товарите прекъсвачи са дефинирани в стандарта IEC 60947-3, както са описани по-долу:

- **I<sub>cw</sub> [kA]:** номинален кратковременен ток на термична устойчивост: това е токът, който товарният прекъсвач може да провежда без повреда в затворено положение за определен период от време.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

#### 1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

• **I<sub>cm</sub> [kA]:** номинална включвателна способност при късо съединение: това е максималната върхова стойност на тока на късо съединение, който товарният прекъсвач може да включи без повреда. Когато тази стойност не е зададена от производителя, трябва да се приеме, че е най-малко равна на върховия ток, съответстващ на I<sub>cw</sub>. Не е възможно да се дефинира изключвателна способност I<sub>cu</sub> [kA], тъй като не се изисква товарите прекъсвачи да прекъсват токове на късо съединение.

• **Категории за приложение при променлив ток АС и при постоянен ток DC:**

дефинират вида на условията на приложение, които се представят чрез две букви за да се укаже типа на веригите, в които може да се инсталира устройството (АС за променлив ток и DC за постоянен ток), с двуцифрен номер за типа на товара, с който трябва да се работи и една допълнителна буква (А или В), която показва честота на използване.

На базата на категориите за приложение, стандартът за продукта определя стойностите на тока, които товарният прекъсвач трябва да може да изключва и включва при аномални условия.

Характеристиките на категориите за приложение са дадени подробно по-долу в Таблица 1. Категорията с най-големи изисквания за работа с променлив ток е АС23А, според която устройството трябва да може да включи ток равен на 10 пъти номиналния ток на устройството и да изключи ток равен на 8 пъти номиналния ток на устройството.

От гледна точка на конструкцията, товарите прекъсвачи са много прости устройства. Те не са оборудвани с апаратура за установяване на надноминален ток и последващо автоматично прекъсване на тока. Поради това товарите прекъсвачи не могат да се използват за автоматична защита от свръхток, който може да се появи в случай на неизправност, защитата трябва да се осигури чрез координиращ прекъсвач. Комбинирането на двете устройства позволява използването на товарни прекъсвачи в системи, в които стойността на тока на късо съединение е по-висока от електрическите параметри, които дефинират работните характеристики на товарния прекъсвач (виж. Каскадиране 3.3). Това е валидно само за товарите прекъсвачи I<sub>so</sub>max и T<sub>max</sub>. За въздушните прекъсвачи E<sub>max</sub>/MS трябва да се провери, дали стойностите им за I<sub>cw</sub> и I<sub>cm</sub> са по-високи от стойностите на тока на късо съединение в инсталацията и съответната върхова стойност на тока.

Таблица 1: Категории за приложение

Вид на тока	Категории за приложение		
	Категории за приложение		Типични приложения
	Честота на сработване	Рядки сработване	
Променлив ток	АС-20А	АС-20В	Включване и изключване при условия без товар
	АС-21А	АС-21В	Превключване на съпротивителни товари, включително умерено претоварване
	АС-22А	АС-22В	Превключване на смесени съпротивителни и индуктивни товари, включително умерено претоварване
	АС-23А	АС-23В	Превключване на моторни товари или други силно индуктивни товари
Постоянен ток	DC-20А	DC-20В	Свързване и разединяване при условия без товар
	DC-21А	DC-21В	Превключване на съпротивителни товари, включително умерено претоварване
	DC-22А	DC-22В	Превключване на смесени съпротивителни и индуктивни товари, включително умерено претоварване (например шунтови двигатели)
	DC-23А	DC-23В	Превключване на силно индуктивни товари

# Съдържание Част 2

## 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

### 1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

## 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

## 3 Координиране на защитата

### 3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

## 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

## 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## 3 Координиране на защитата

### 3.1 Координиране на защитата

Проектът на една система за защита на електрическа мрежа е от фундаментална важност, както за да се осигури правилната, икономична и функционална експлоатация на инсталацията като цяло, така и да се сведат до минимум всички проблеми, причинени от аномални работни условия и/или неизправности.

Настоящият анализ разглежда координацията (съгласуваността) между различните устройства, предназначени за защита на зони и специфични компоненти от гледна точка на:

- гарантиране на безопасността на хората и инсталацията по всяко време;
- определяне и бързо изключване само на зоните засегнати от проблема и ограничаване по този начин на енергията достигаща до останалата част от мрежата;
- ограничаване на въздействието на неизправността върху други незасегнати части от мрежата (спадове в напрежението, загуба на стабилност във въртящи механизми);
- намаляване на натоварванията и повредите на компонентите в засегнатата зона;
- осигуряване на непрекъснатост на работата с добро качество на захранващото напрежение;
- гарантиране на координация в случай на неизправност на защитното устройство, отговорно за изключване;
- осигуряване на необходимата информация на персонала и системите за управление, която им е необходима, за да възстановят работата колкото е възможно по-бързо и при минимално нарушаване на нормалната работа на останалата част от мрежата;
- постигане на разумен компромис между надеждност, простота и икономическа ефективност.

За да сме по-прецизни, една система за защита трябва да може следното:

- да разпознава какво и къде се случива. Да прави разлика между ситуациите, които са извън нормалния режим на работа, но допустими за момента в дадена зона на въздействие, избягвайки по този начин ненужното изключване и последващото неоснователно отделяне на изправната част от системата;
- да предприема действия колкото е възможно по-бързо, за да ограничи повредите (разрушаване, ускорено износване, ...), запазвайки непрекъснатостта и стабилността на електрическото захранване.

Най-подходящото решение се получава от компромиса между тези две противоположни потребности

– да се идентифицира прецизно неизправността и да се действа бързо.

То се дефинира като функция с приоритет на едно от тези две изисквания.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## 3.2 Селективност

### Влияние на електрическите параметри на мрежата (номинален ток и ток на късо съединение)

Приетата стратегия за координиране на защитните устройства зависи основно от стойностите на номиналния ток ( $I_n$ ) и на тока на късо съединение ( $I_k$ ) в разглежданата точка от мрежата.

Най-общо казано, можем да определим следните типове селективност:

- селективност по ток;
- селективност по време (или време-ток);
- зонава (или логическа) селективност;
- селективност по енергия;
- каскадиране.

### Дефиниране на селективност

Селективността по надноминален ток е дефинирана в стандарта като “координация на работните характеристики на две или повече устройства за защита от надноминален (свръх) ток, така че в случай на претоварване в рамките на определени граници, устройството предназначено да сработи в тези граници да го направи, докато другите устройства да не сработят” (IEC 60947-1, деф. 2.5.23);

### Могат да се разграничат следните случаи:

- пълна селективност, което означава “селективност по надноминален ток такава, че в случай на две последователно свързани устройства за защита от надноминален ток, защитното устройство от страна на товара да реализира защита без изключване на другото защитно устройство” (IEC 60947-2, деф. 2.17.2);
- частична селективност, което означава “селективност по надноминален ток такава, че в случай на две последователно свързани устройства за защита от надноминален ток, защитното устройство от страна на товара да реализира защита до определена граница на тока без да изключи другото” (IEC 60947-2, деф. 2.17.4).

### 3.2.1 Селективност по ток

Този вид селективност се основава на факта, че колкото по-близо до захранването на мрежата възникне повредата, толкова по-голям ще е токът на късо съединение. Поради това ние можем да определим зоната, където е възникнала неизправността, като просто калибрираме мигновената защита на устройството от страна на захранването до гранична стойност по-висока от тока на повредата, който би задействал изключването на това устройство по-надолу по веригата от страна на товара.

Обикновено можем да постигнем пълна селективност само в определени случаи, когато токът на повреда не е много висок (и е сравним с номиналния ток на устройството), или когато компонент с голям импеданс е между две устройства за защита (например трансформатор, много дълъг кабел ...), усилващ голямата разлика между стойностите на тока на късо съединение.

Този вид координация е съответно приложим основно в крайни разпределителни мрежи (с ниски стойности на номиналния ток и на тока на късо съединение и висок импеданс на съединителните кабели).

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

Основно, при проектиране се използват кривите на изключване на устройствата.

Това решение е:

- бързо;
- лесно за реализиране;
- не е скъпо.

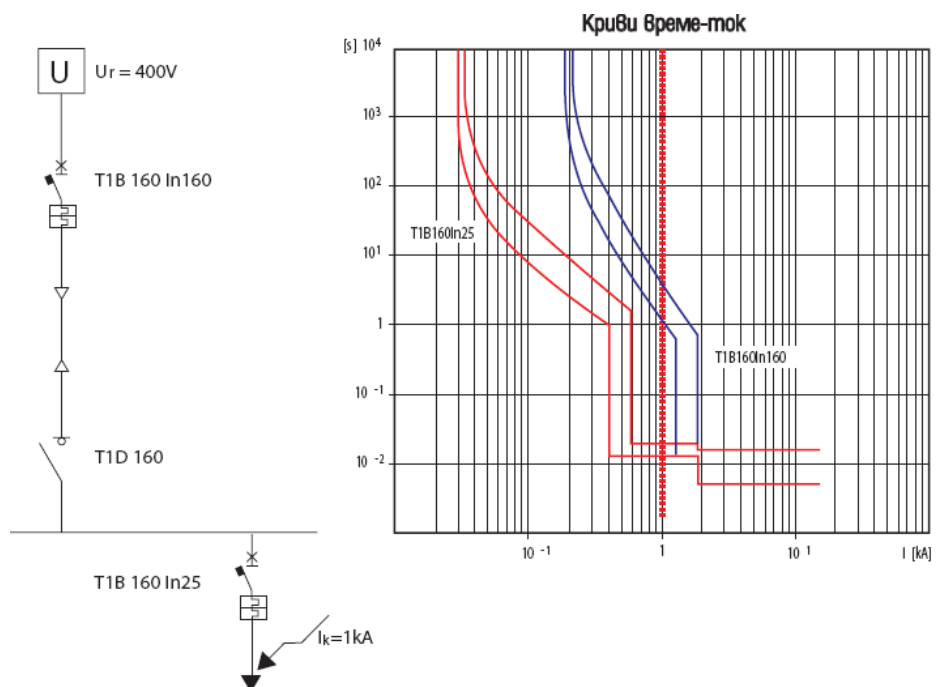
От друга страна:

• границите на селективност обикновено са ниски;  
• увеличаването на нивата на селективност води до бързото нарастване на устройствата по големина на ток и физически размер.

Следващият пример показва едно типично приложение на селективност по ток, основана на различните стойности за мигновено изключване на разглеждания прекъсвач.

При стойност на тока на повреда в дефинираната точка равна на 1000 А се получава адекватна координация чрез използване на разглежданите прекъсвачи както е определено от кривите на изключване на защитните устройства.

Границата на селективност се получава от минималната стойност на защитата на прекъсвача от страна на захранването T1B160 In160.



### 3.2.2 Селективност по време

Този вид селективност е еволюция на разглежданата по-горе. Следователно, стратегията за настройките се базира на прогресивното увеличаване на стойностите на тока и времената на закъснение за изключване на защитните устройства при доближаването до източника на електрическо захранване.

Както и в случая на селективност по ток, реализирането на защитата се основава на сравняването на времетоковите кривите на изключване на защитните устройства.

# Съдържание Част 2

## 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

## 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

## 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

## 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

## 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

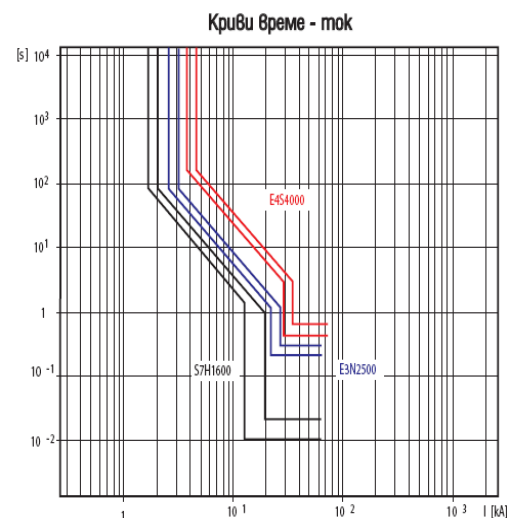
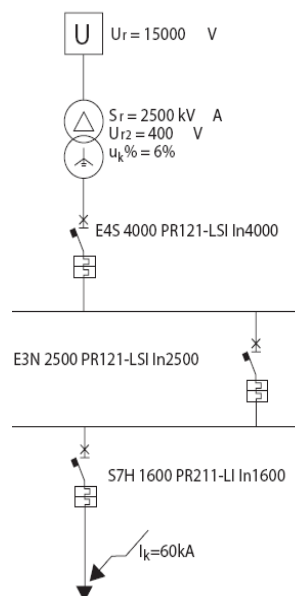
### Този вид селективност:

- лесно се проектира и реализира;
- сравнително не е скъпа;
- дава възможност да се постигнат дори високи нива на селективност в зависимост от  $I_{sw}$  на устройството откъм захранващата страна;
- дава възможност за запас на защитните функции и може да изпраща валидна информация на системата за управление,

### Но има следните недостатъци

- времената на изключване и нивата на енергия, които пропускат защитните устройства (особено по-близките до източника) са високи, с очевидни проблеми по отношение на сигурността и повредите на компонентите, дори в зоните незасегнати от неизправостта;
  - Тя дава възможност да се използват токоограничаващи прекъсвачи само на нивата, йерархически по-ниски по веригата; останалите прекъсвачи трябва да могат да издържат на термичните и електродинамичните натоварвания, свързани с преминаването на тока на повреда за предвидения период на закъснение. Трябва да се използват селективни прекъсвачи, често от въздушен тип за различните нива, за да се гарантира достатъчно висок кратковременен ток на термична устойчивост.
  - Продължителността на смущението, предизвикано от тока на късо съединение върху напрежението на електрозахранването в зоните незасегнати от повредата, може да причини проблеми с електронните и електромеханичните устройства.
  - Броят на нивата на селективност е ограничен от максималното време, през което мрежата може да издържи без да изгуби стабилността си.
- Следващият пример показва едно типично приложение на селективност по време, получена чрез настройване на различни времена на изключване на отделните защитни устройства.

Електронен защитен блок:	L (голямо закъснение)	S (малко закъснение)	I (IST)
E4S 4000 PR121-LSI In4000	Настройка: 0.9 Криви: 12s	Настройка: 8.5 Криви: 0.5s	Off
E3N 2500 PR121-LSI In2500	Настройка: 1 Криви: 3s	Настройка: 10 Криви: 0.3s	Off
S7H 1600 PR211-LI In1600	Настройка: 1 Криви: A		Настройка: 10



## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонава селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## 3 Координиране на защитата

### 3.2.3 Зонава селективност

За зонава селективност се използват прекъсвачи с лят корпус MCCB (T4 L-T5 L-T6 L със защита PR223- EF) и въздушни прекъсвачи ACB (със защити PR332/P – PR333/P – PR122 – PR 123).

Този вид селективност се реализира чрез диалог между токоизмервателни устройства, които след като установят, че е била превишена предварително зададена стойност дават точната идентификация и отделят само зоната, засегната от неизправността.

На практика това може да се реализира по два начина:

- Защитните блокове изпращат информация на системата-супервайзор, че предварително зададената стойност на тока е била превишена и тя решава кое защитно устройство да изключи;

- В случай на стойности на тока, превишаващи предварително зададената стойност, всяко защитно устройство изпраща блокиращ сигнал по директна връзка или магистрала до защитното устройство, намиращо се на по-високо ниво в йерархията (т.е. по посока на захранването) и преди да изключи проверява, дали не е получило подобен блокиращ сигнал от защитно устройство, намиращо под него надолу по веригата; по този начин изключва само защитното устройство, което е непосредствено “над” неизправността.

Първият начин предвижда времена на изключване от около една секунда и се използва главно в случай на не особено високи токове на късо съединение, където електрическият поток не е еднозначно дефиниран.

Вторият начин дава възможност за значително по-малки времена на изключване: по отношение на координацията със селективност по време вече не е необходимо да се увеличава прогресивно периода на закъснение, когато се доближаваме до източника на захранване. Максималното закъснение е в зависимост от времето, необходимо за установяване на наличие на блокиращ сигнал изпратен от защитното устройство, намиращо се “по-долу”.

#### **Предимства**

- Намалване на времената на изключване и увеличаване на нивото на сигурност;

- Намалване на повредите причинени от неизправността, както и на смущенията в електрозахранващата мрежа;

- Намалване на термичните и електро-динамичните натоварвания върху прекъсвачите и компонентите на системата;

- Голям брой нива на селективност;

- Подсигуряване на защитите: в случай на неправилно функциониране на зоната селективност, изключването се осигурява чрез настройките на другите защитни функции на прекъсвачите. В частност е възможно да се настройат защитни функции със закъснение срещу късо съединение, като стойностите на времето нарастват с доближаване на източника на захранване на мрежата.

#### **Недостатъци**

- По-големи разходи;

- По-голяма сложност на системата (специални компоненти, допълнителни проводници, спомагателни източници на електрозахранване, ...).

По тези причини това решение се използва основно в системи с висок номинален ток и високи стойности на тока на късо съединение, с прецизни изисквания по отношение на сигурността и непрекъснатостта на работата: в частност, примери за логическа селективност могат често да се намерят в първичните разпределителни уредби, веднага след трансформаторите и генераторите и в многоконтурните мрежи.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонава селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

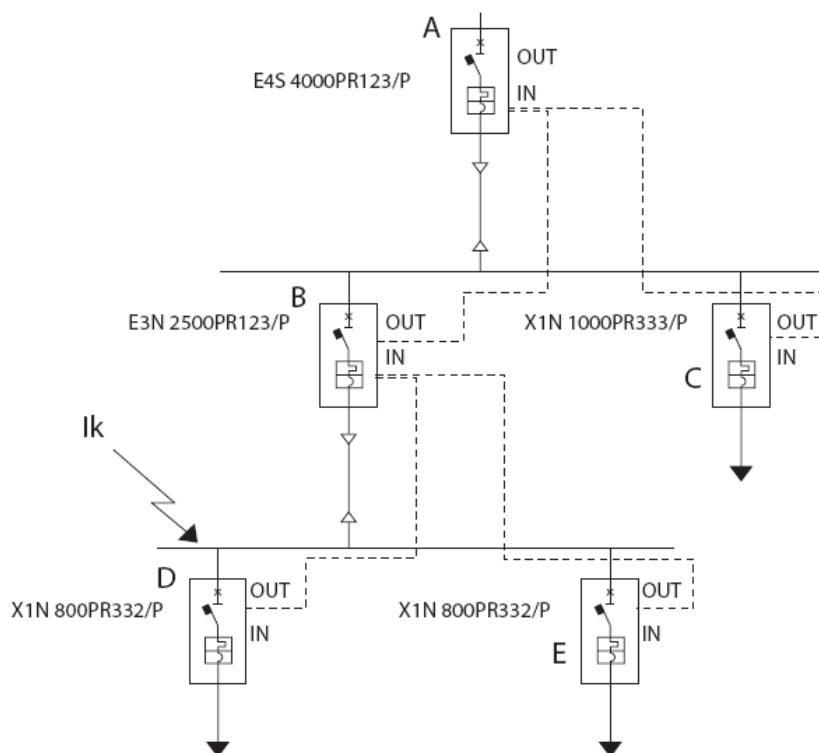
### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

### Зонава селективност с прекъсвачи тип Emax



Примерът по-горе показва инсталация, опроводена така, че да гарантира зонава селективност с прекъсвач тип Emax, оборудван със защитни блокове PR332/P-PR333/P-PR122/P-PR123/P.

Всеки прекъсвач, който установи неизправност, изпраща сигнал на прекъсвача непосредствено над себе си от страна на захранването по комуникационен проводник; прекъсвачът, който не получи никаква комуникация от прекъсвачите от страната на товара трябва да изпълни команда за отваряне.

В този пример с неизправност, локализирана в указаната точка, прекъсвачите D и E не установяват тази неизправност и следователно те не комуникират с прекъсвача от страна на захранването (прекъсвач B), който ще изпълни командата за отваряне в рамките на времето на селективност, настроено от 40 до 200 ms.

За да се изгради правилно зоната селективност, се предлагат следните настройки:

S  $t_2 \geq$  време за селективност + 70 ms

I  $I_3 =$  OFF

G  $t_4 \geq$  време за селективност + 70 ms

Времена на селективност еднакви настройки за всички прекъсвачи

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

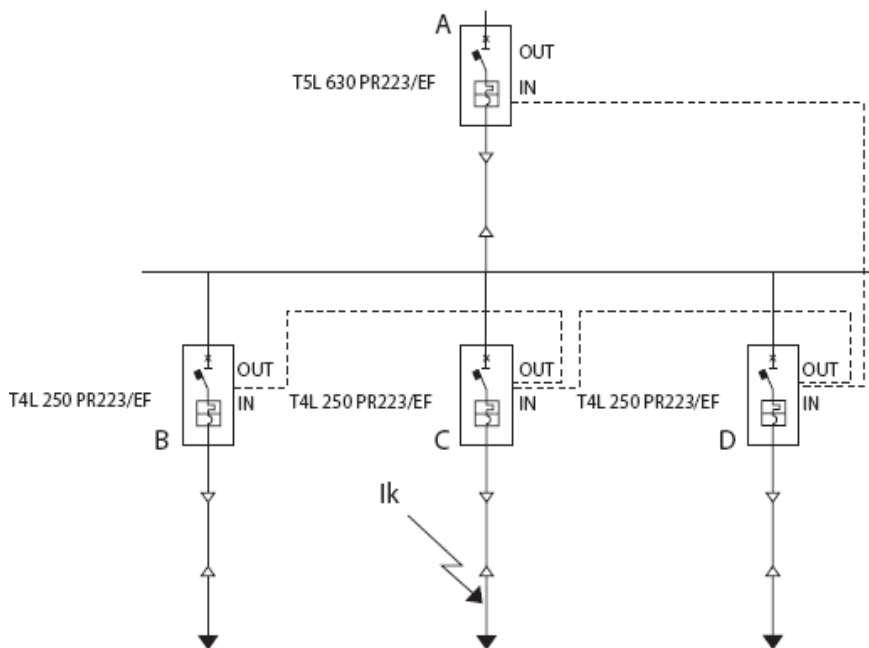
### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

### Зонова селективност за прекъсвачи тип Tmax (T4L-T5L-T6L) със защитен блок PR223 EF



Примерът по-горе показва инсталация, опроводена за ползване на протокол за блокиране (Interlocking protocol, IL), така че да се гарантира зонова селективност чрез защитен блок PR223 EF. В случай на късо съединение прекъсвачът, непосредствено до повредата от страна на захранването, изпраща по магистралата блокиращ сигнал до защитното устройство, намиращо се по-горе в йерархията и проверява преди да изключи, дали не е получил такъв блокиращ сигнал от защитата от страна на товара.

В примера, показан на фигурата, прекъсвачът C, намиращ се непосредствено до неизправността, изпраща блокиращ сигнал до прекъсвача A, който е на по-високо йерархично ниво. Ако, както е в дадения пример, няма защита от страната на товара, прекъсвачът C ще се отвори за много кратко време тъй като не е получил блокиращ сигнал.

Всичко това се извършва за по-кратко период от време (10 до 15 ms), отколкото в случая на зонова селективност с въздушните прекъсвачи от серията Tmax (40 до 200 ms), като по този начин инсталацията се излага на по-малки електродинамични натоварвания и се постигат икономии от разходи по изграждане и поддръжка на инсталацията.

#### 3.2.4 Селективност по енергия

Енергийната координация е конкретен тип селективност, която използва токоограничащата характеристика на прекъсвачите в лят корпус. Важно е да се помни, че токоограничащите прекъсвачи са "прекъсвачи с време на прекъсване достатъчно кратко за да се предотврати токът на късото съединение да достигне върхова стойност, която в противен случай би могла да бъде достигната" (IEC 60947-2, деф. 2.3).

В практиката прекъсвачите на ABB SACE от серията Tmax са изключително бързи в условия на късо съединение (време на изключване около няколко милисекунди) и поради това е невъзможно да се използват кривите на изключване „време-ток“ при проектиране на координирането.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

Процесите са основно динамични (и поради това пропорционални на квадрата на стойността на моментния ток) и могат да бъдат описани чрез кривите на специфичната енергия на преминаване.

По принцип е необходимо да се провери, че енергия на преминаване за прекъсвача „по-долу” по електрическата верига е по-малка от стойността необходима за извършване на отваряне на прекъсвача, намиращ се „по-горе”.

Този тип селективност е определено по-сложен за разглеждане от предишните, тъй като той зависи в голяма степен от взаимодействието между двете устройства, разположени последователно и изисква достъп до данни, с които крайният потребител често не разполага. Производителите осигуряват таблици, правила и изчислителни програми, в които са дадени минималните граници за селективност между различните комбинации от прекъсвачи.

- Бързо прекъсване с време на изключване, което намалява с нарастването на тока на късо съединение;
- Ограничаване на щетите, причинени от неизправността (термични и динамични натоварвания), на смущенията в системата на електрозахранване, на разходите, ...;
- Нивото на селективност вече не е ограничено от стойността на кратковременния ток на термична устойчивост  $I_{cw}$ , който устройството може да издържи;
- Голям брой нива на селективност;
- Възможност за координиране на различни токоограничаващи устройства (предпазители, прекъсвачи, ...), дори ако те са разположени в междинни положения по веригата.
- Трудно координиране на прекъсвачи с подобен типоразмер.

Този вид координиране се използва преди всичко за вторични и крайни разпределителни мрежи, с номинални токове под 1600 А.

### 3.3 Каскадиране

Каскадиране е „координация на две устройства за защита от надноминален ток свързани последователно, където обикновено, но не задължително, защитното устройство от страна на захранването спомага на долустоящото устройство да изпълни защитата от претоварване и предотвратява прекомерните натоварвания върху последното” (IEC 60947-1, деф. 2.5.24).

Освен това член 434.5.1 на IEC 60364-4-43 гласи: “... Допуска се пониска изключвателна способност, ако друго защитно устройство с необходимата изключвателна способност е инсталирано от страна на захранването. В този случай, параметрите на двете устройствата трябва да бъдат координирани така, че големината на енергията на преминаване през тези две устройства да не превишава стойността, която могат да издържат без да бъдат повредени защитното устройство от страната на товара и проводниците защитавани от него.”

#### **Предимства**

- икономично решение;
- изключително бързо изключване.

#### **Недостатъци**

- изключително ниски стойности на селективност;
- ниско качество на работа, тъй като най-малко два прекъсвача, свързани последователно, трябва да изключат.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

### 3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

#### Товарови прекъсвачи

Товаровите прекъсвачи произлизат от съответните прекъсвачи, от които те са запазили габаритните размери, закрепващите системи и възможността за монтиране на всички допълнителни принадлежности, предвидени за базовите версии. Те са устройства, които могат да включват, провеждат и прекъсват токове при нормални работни условия на веригата.

Те могат също така да се използват като главни прекъсвачи в разпределителни уредби, като шинни връзки или за изолиране на части на инсталацията, като линии, събирателни шини или групи от товари. След като е отворил този прекъсвач гарантира изолация благодарение на своите контакти, които са на подходящото разстояние за да предотвратят възникване на електрическа дъга съгласно препоръките на стандартите по отношение на възможностите за изолация.

#### Защита на товарови прекъсвачи

Всеки товаров прекъсвач трябва да бъде защитен чрез координиращо устройство, което го предпазва от надноминален ток, обикновено прекъсвач с възможности да ограничава тока на късо съединение и стойностите на енергията на преминаване до нива, допустими за товаровия прекъсвач.

По отношение на защитата от претоварване, номиналният ток на прекъсвача трябва да бъде по-нисък или равен по големина на тока на товаровия прекъсвач, който трябва да бъде предпазван.

За товаровите прекъсвачи от серията Tmax в таблиците за координиране са посочени прекъсвачите, които могат да ги предпазят до указаните стойности на възможния ток на късо съединение.

За товаровите прекъсвачи от серията Emax е необходимо да се провери, че стойността на тока на късо съединение в тази точка на инсталацията е по-ниска от кратковременния ток на термична устойчивост I<sub>cs</sub> на товаровия прекъсвач и че върховата му стойност е по-ниска от стойността на включване при късо съединение (I<sub>cm</sub>).

## 4 Специални приложения

### 4.1 Постояннотокови мрежи

#### Основни приложения на постоянния ток:

- Аварийно захранване или спомагателна работа:

Използването на постоянен ток се дължи на необходимостта от резервен източник на енергия, който осигурява захранването на основните функции, като: защитни функции, аварийно осветление, алармени системи, болници и промишлени процеси, центрове за обработване на информация и т.н., чрез използване например на акумулаторни батерии.

- Електрически транспорт:

Предимствата, осигурявани от използването на постоянно токови двигатели по отношение на регулирането и еднолинейното захранване, са причина за широко разпространената употреба на постоянен ток за железници, метро, трамваи, лифтове и обществен транспорт и други.

- Конкретни индустриални инсталации:

Има някои електролитни технологични инсталации и приложения, където е особено необходимо да се използват електрически машини.

Типичната употреба на прекъсвачите включва защита на кабели, устройства и работата на мотори.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

### Прекъсване на постоянния ток

Постоянният ток създава повече проблеми в сравнение с променливия по отношението на процесите, свързани с прекъсването на ток с високи стойности. Променливите токове имат естествено преминаване през нулата на всеки полупериод на тока, което съответства на спонтанно гасене на дъгата, която се образува, когато се отвори веригата.

Тази характеристика не съществува при постоянните токове, и освен това за да се изгаси дъгата е необходимо да се понижи тока до нула.

Времето на гасене при постоянния ток, при еднакви други условия, е пропорционално на времевата константа на веригата  $T = L/R$ .

Необходимо е прекъсването да се извърши постепенно, без внезапно изключване на тока, което би могло да причини големи пренапрежения. Това може да се извърши чрез разтягане и охлаждане на дъгата така, че да се внесе дори още по-голямо съпротивление във веригата.

Енергийните характеристики, които възникват във веригата, зависят от нивото на напрежението в инсталацията и водят до инсталиране на прекъсвачи съгласно схемите на свързване, в които полюсите на прекъсвачите са разположени последователно за да се увеличат работните им характеристики в условия на късо съединение. Изключвателната способност на едно комутационно устройство се увеличава с увеличаване на броя на контактите, които отварят веригата, т.е., когато напрежение получено от електрическата дъга е по-голямо.

Това означава също така, че когато нараства напрежението на захранването на инсталацията, трябва да нараства и броят на токовите превключватели и следователно и полюсите свързани последователно.

### Изчисляване на тока на късо съединение на акумулаторна батерия

Токът на късо съединение на клемите на акумулаторна батерия може да се даде от производителя на батерията или може да бъде изчислен чрез следната формула:

$$I_k = \frac{U_{max}}{R_i}$$

където:

- $U_{max}$  е максималното пробивно напрежение (напрежение без товар);
- $R_i$  е вътрешното съпротивление на елементите, изграждащи батерията.

Вътрешното съпротивление обикновено се дава от производителя, но може да се изчисли от характеристиките на разреждане, получени чрез тест, описан подробно в IEC 60896 – 1 или IEC 60896 – 2.

Например, при батерия 12,84 V и вътрешно съпротивление 0,005  $\Omega$  се получава ток на късо съединение на клемите 2568 A.

При условия на късо съединение токът нараства много бързо в началните моменти, достига върхова стойност и след това намалява с разреждането на батерията. Естествено, тази висока стойност на тока на повреда причинява рязко нагряване във вътрешността на батерията, дължащо се на вътрешното ѝ съпротивление и това може да доведе до експлозия. Затова е много важно да се предотвратят и/или да се минимизират токовете на късо съединение в постояннотоковите системи, захранвани от акумулаторни батерии.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

## 4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

За правилния избор на прекъсвач за защита на постояннотокова мрежа трябва да се вземат предвид следните фактори:

1. Токът на товара, според който могат да се определят типа на прекъсвача и настройката на защитата от претоварване и късо съединение;

2. Номиналното напрежение на инсталацията, според което се определя броя на полюсите, които трябва да се свържат последователно. По този начин изключвателната способност на устройството може да бъде увеличена;

3. Вероятният ток на късо съединение в точката от инсталацията, където е прекъсвачът;

4. Типът на мрежата, по-точно типа на свързване със земя.

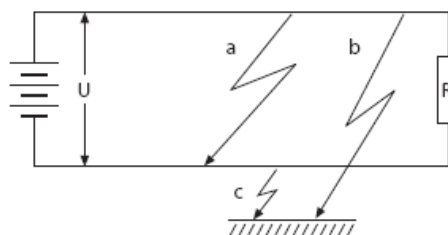
Забележка: При използване на четириполюсен прекъсвач неутралата трябва да бъде на 100%.

## 4.3 Типове постояннотокови мрежи

Постояннотоковите мрежи могат да бъдат изпълнени:

- с двете полярности, изолирани от земята;
- с една полярност, свързана със земята;
- със средна точка, свързана със земята.

### Мрежа с двете полярности изолирани от земята



• Повреда а: при повреда (с пренебрежим импеданс) между двете полярности се създава ток на късо съединение посредством цялото напрежение  $U$ , според което трябва да се избере изключвателната способност на прекъсвача;

• Повреда b: повреда между полярността и земята няма последствия от гледна точка на функционирането на инсталацията;

• Повреда c: и тук повредата между полярността и земята няма последствия от гледна точка на функционирането на инсталацията.

В изолирани мрежи е необходимо да се постави устройство, способно да сигнализира наличието на първото земно съединение, за да бъде отстранено. В най-лошия случай, когато е установено второ земно съединение, прекъсвачът трябва да може да изключи тока на късо съединение при пълното напрежение, приложено към едната полярност.

В мрежи с двете полярности, изолирани от земята, е подходящо да се раздели броя на полюсите на прекъсвача необходими за прекъсване на всяка полярност (положителна и отрицателна) по такъв начин, че да се получи отделяне на веригата.

Схемите, които трябва да се използват са следните:

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

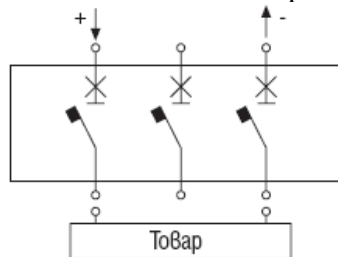
5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

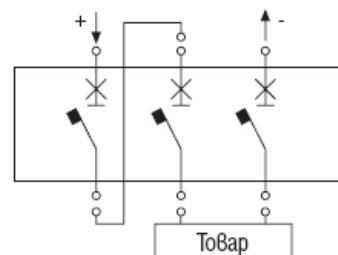
### Схема А

Триполюсен прекъсвач с един полюс на полярност



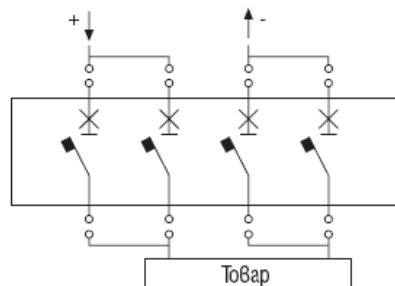
### Схема В

Триполюсен прекъсвач с два полюса свързани последователно и един полюс за другата полярност <sup>(1)</sup>



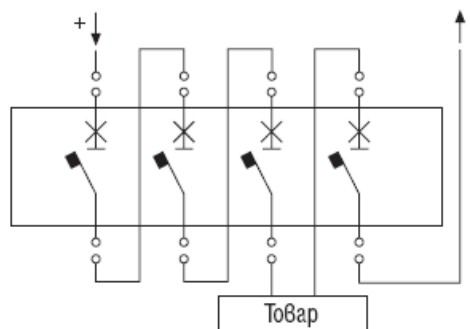
### Схема Г

Четириполюсен прекъсвач с два полюса, свързани паралелно за всяка полярност



### Схема Е

Четириполюсен прекъсвач с три полюса, свързани последователно за едната полярност и един полюс за другата полярност <sup>(1)</sup>



<sup>(1)</sup> Не е препоръчително да се разделят неравномерно полюсите на прекъсвача, тъй като в този тип мрежи едно второ земно съединение може да доведе до работа на полюса в условия на повреда при пълно напрежение. При тези обстоятелства е от съществено значение да се инсталира устройство с възможност за игнализация на земно съединение или нарушаване на изолацията на една от полярностите.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

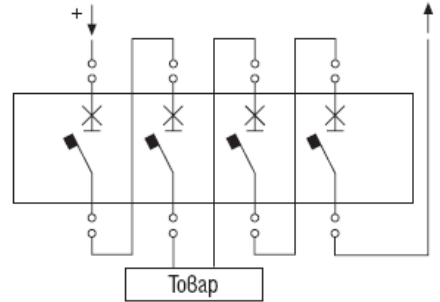
5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

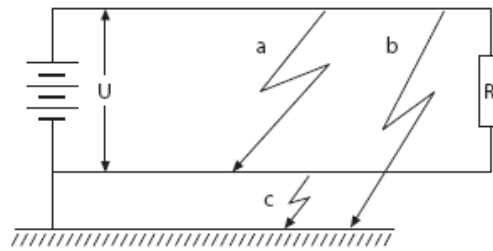
**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

#### Схема F

Четириполюсен прекъсвач с два полюса, свързани последователно за всяка полярност



#### Мрежа с една полярност, свързана със земята



• Повреда a: при повреда между двете полярности се създава ток на късо съединение посредством цялото напрежение  $U$ , според което трябва да се избере изключвателната способност на прекъсвача;

• Повреда b: повреда от полярността, която не е свързана със земята, създава ток, който задейства защитата за надноминален ток в зависимост от съпротивлението на земята;

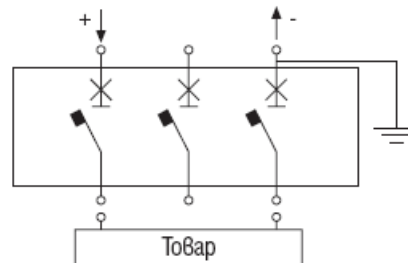
• Повреда c: повреда между полярността свързана със земята и земята няма последствия от гледна точка на функционирането на инсталацията.

В мрежа с една полярност свързана към земята, всички полюси на прекъсвача необходими за защита трябва да бъдат свързани последователно към незаземената полярност. Ако се изисква изолация, необходимо е да се осигури друг полюс на прекъсвач до заземената полярност.

Схемите с изолация на веригата са следните:

#### Схема А

Триполюсен прекъсвач с един полюс за всяка полярност



## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер "Криви 1.0" (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

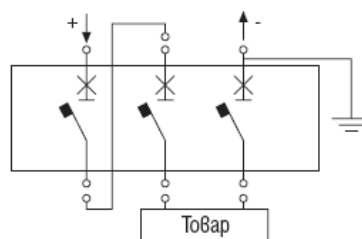
5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

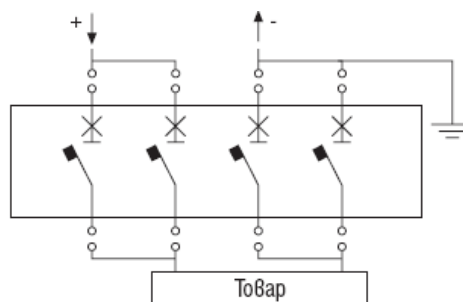
### Схема В

Триполюсен прекъсвач с два полюса свързани последователно за полярността, която не е свързана към земята, и един полюс за другата полярност



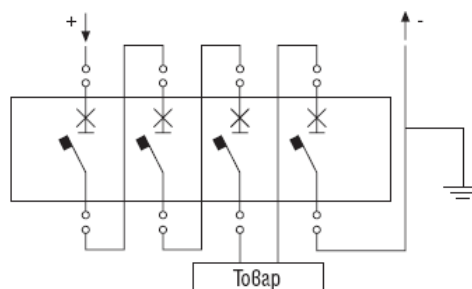
### Схема Г

Четириполюсен прекъсвач с два полюса свързани последователно за всяка полярност



### Схема Е

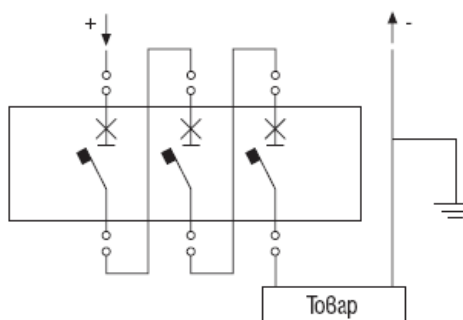
Четириполюсен прекъсвач с три полюса свързани последователно за полярността, която не е свързана към земята, и един полюс за другата полярност



Схемите за използване с изолация на веригата са следните:

### Схема С

Триполюсен прекъсвач с три полюса свързани последователно



## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

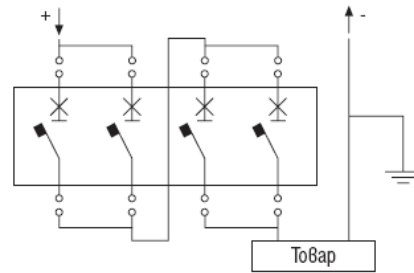
5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

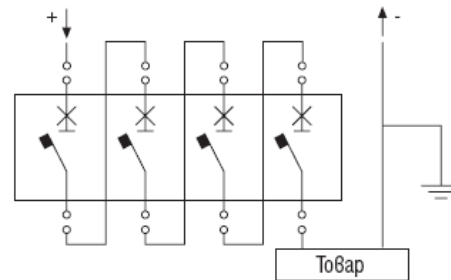
#### Схема Н

Четириполюсен прекъсвач в серия от паралелно свързани по два полюса

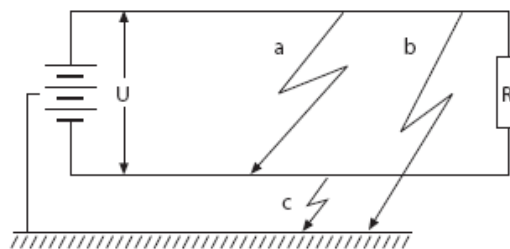


#### Схема D

Четириполюсен прекъсвач със свързани последователно в серия и четирите полюса и незаземен



#### Мрежа със средна точка свързана със земята



• Повреда a: при повреда между двете полярности се създава ток на късо съединение посредством цялото напрежение  $U$ , според което трябва да се избере изключвателната способност на прекъсвача;

• Повреда b: повреда между полярността и земята създава ток на късо съединение по-малък от този на повредата между двете полярности, тъй като се захранва от напрежение равно на  $0,5 U$ ;

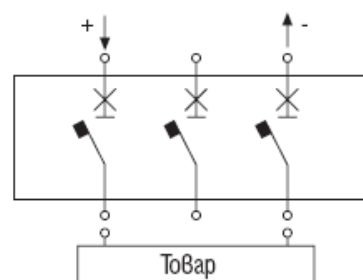
• Повреда c: повредата в този случай е подобна на предния случай, но засяга отрицателната полярност.

При мрежи със средна точка свързана към земята, прекъсвачът трябва да бъде включен на двете полярности.

Схемите за използване са следните:

#### Схема А

Триполюсен прекъсвач с един полюс за полярност



## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

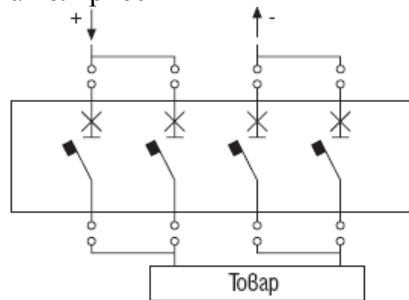
5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

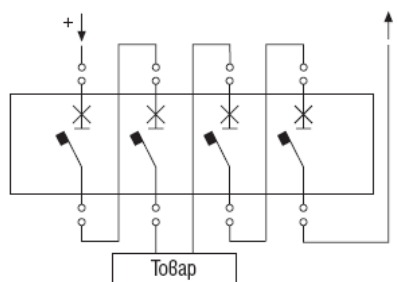
#### Схема G

Четириполюсен прекъсвач с два паралелно свързани полюса, свързани последователно за всяка полярност



#### Схема F

Четириполюсен прекъсвач с два полюса свързани последователно за всяка полярност



### Използване на комутационни устройства в постояннотокови схеми

#### Успоредно свързване на полюси на прекъсвачи

Според броя на полюсите свързани успоредно трябва да се прилагат коефициентите описани в следващата таблица:

**Таблица 1: Корекционен коефициент за успоредно свързани полюси**

Брой успоредно свързани полюси	2	3	4(неутр. 100%)
Коефициент на редукция на способността за провеждане на DC	0.9	0.8	0.7
Способност за провеждане на ток на прекъсвача	$1.8 \times I_n$	$2.4 \times I_n$	$2.8 \times I_n$

Връзките, които са външни за клемите на прекъсвача трябва да се извършват от потребителя по такъв начин, че да се осигури перфектната балансираност на връзката.

### 4 Специални приложения

#### 4.4 Превключватели за автоматичен пренос

В електрическите вериги, за които се изисква висока степен на надеждност относно захранващия източник и невъзможност от отпадането му или каквъвто и да е риск за загубата му е задължително да има още една допълнителна захранваща линия. По този начин се избягва загубата на данни, повреди при внезапни спирания на работния процес, спирането на цели предприятия или части от него, прекъсване на захранването във важни обществени сгради и др.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товар прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

По тази причина превключвателите за автоматичен пренос се използват основно за:

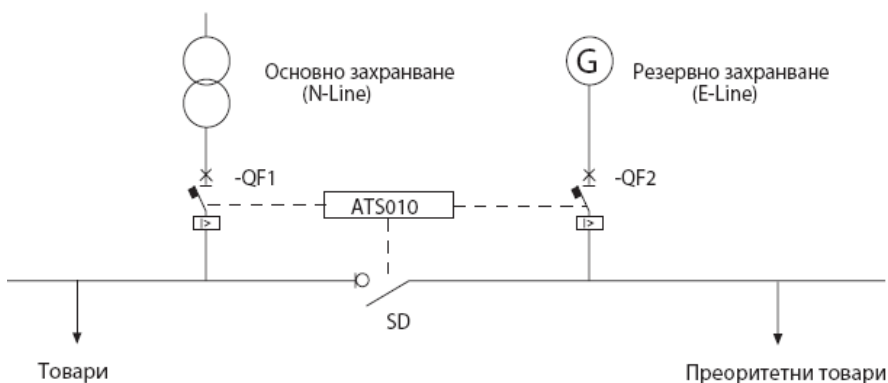
- при захранване на хотели и летища
- операционни зали в болници и самите болници
- захранване на UPS групи
- банки, телекомуникационни системи, компютърни зали
- захранване на непрекъснати производствени процеси

ATS010 е решението, което предлага ABB: това е автоматична, трансферно-превключваща система базирана на микропроцесорна технология, която осъществява превключване от главната захранваща верига (N – line) към резервната захранваща верига (E – line), в случай на някоя от следните аномалии получили се в главната захранваща линия:

- над номинално напрежение или пад на напрежението
- загуба на една от фазите
- асиметрия между фазите
- промяна в честотата

В момента, в който параметрите на главната захранваща верига се възстановят, трансферната системата автоматично превключва отново към нея (N – line) ATS010 се използва в системи с две различни захранващи линии свързани към една и съща шинна магистрала и работещи независимо една от друга ( така нареченото „островно решение”). Първата линия се използва като главна захранваща верига, а втората като резервна захранваща линия от генератор. Тази система може да бъде снабдена с устройства, които да изключат по-маловажните товари, когато се премине към резервното захранване (E – line).

Схемата по-долу показва верига с резервно захранване управлявана от ATS010:



ATS010 се свързва посредством клеми със следните устройства от инсталацията:

- защитните прекъсвачи от главната (N – line) и резервната (E – line) линии, моторната и механичната блокировки, за да определи статусите им и при нужда да отправи команда за отваряне и затваряне на съответните прекъсвачи съгласно установеното време на закъснение
- съответното контролно устройство на генератора (G), за да определи статуса му и да отправи команда за стартиране или спиране
- приема други сигнали от веригата, за да управлява логиката на превключване
- главната захранваща линия, за да следи за аномалии и с резервната, за да провери наличието на напрежение
- други устройства от веригата, за да изключи неприоритетните товари
- допълнително захранване 24V DC / 48V DC. Това захранване е нужно в случай, че и двете линии отпаднат едновременно.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

#### 1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## 5 Разпределителни уредби

### 5.1 Електрически разпределителни уредби

Разпределителните уредби са комбинация от едно или повече комутационни, защитни или други устройства за ниско напрежение монтирани в едно или повече табла, така че да се изпълняват изискванията по отношение на безопасността и да се осигурява възможност за реализиране на функциите, за които те са проектирани и изградени.

Разпределителните уредби се състоят от контейнер, наричан най-често табло в съответните стандарти (който има функцията да фиксира и предпазва механически компонентите, инсталирани в него), и електрическо оборудване, което се състои от устройства, вътрешни връзки и входни и изходни клеми за свързване към системата.

Основният стандарт е IEC 60439-1, издаден през 2004 г., озаглавен „Комплектни разпределителни уредби за ниско напрежение – Част 1: Типово изпитани и частично типово изпитани уредби”, одобрен от CENELEC кодов номер EN 60439-1.

Допълнителни изчислителни ръководства са следните:

IEC 60890 „Метод за оценка на температурното повишение чрез екстраполация на частично типово изпитани уредби (РТТА) на комплектни разпределителни уредби за ниско напрежение”.

IEC 61117 „Метод за оценка на устойчивостта на късо съединение на частично типово изпитани уредби (РТТА)”.

IEC 60865-1 „Токове на късо съединение – Изчисляване на въздействията – Част 1: Термини, определения и методи за изчисляване”.

В стандарта IEC 60439-1 се определят изискванията по отношение на конструкцията, безопасността и пригодеността за поддръжка на електрическите разпределителни уредби и се съдържат номиналните характеристики, условията на работната среда, механичните и електрическите изисквания и нормите за работните характеристики.

Типовите и индивидуалните изпитания са дефинирани, както и методът на тяхното изпълнение и критериите за оценяване на резултатите.

В стандарта IEC 60439-1 се разграничават два вида разпределителни уредби: ТТА (типово изпитани уредби) и РТТА (частично типово изпитани уредби). Под „типово изпитани уредби” (ТТА) се има предвид разпределителни и контролни уредби ниско напрежение, които отговарят на установен тип или система без отклонения, тествани съгласно предписанията на стандарта.

Типово изпитани уредби (ТТА) - това са уредби, изградени директно на базата на прототип, проектиран детайлно и подложен на типови изпитания; тъй като типовите изпитания са комплексни, разпределителните уредби проектирани от производител със солидна техническа и финансова база се използват като еталон.

Типово изпитаните уредби могат да бъдат монтирани от специалист, обучен за работа с такова оборудване или от монтьор, който следва инструкциите на производителя; отклонения от прототипа са разрешени само ако те не променят съществено работните характеристики в сравнение с типово тестваното оборудване.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

Под „частично типове изпитани уредби” (РТТА) се има предвид разпределителни и контролни уредби ниско напрежение, изпитани само за част от типовете изпитания; някои изпитания могат да бъдат заменени чрез екстраполяция, която представлява изчисления на базата на експериментални резултати, получени от уредби, които са преминали през типови изпитания. Проверки чрез опростени измервания или изчисления, допустими като алтернатива на типовете изпитания, се извършват за нагряване, устойчивост и изолация.

В стандарта IEC 60439-1 се казва, че някои монтажни етапи могат да се проведат извън завода на производителя, при условие, че монтажът се извършва в съответствие с инструкциите на производителя.

Монтьорът може да използва монтажни набори от търговската мрежа за да реализира подходящата конфигурация.

В същия стандарт е определено разделението на отговорностите между производителя и екипът монтиращ уредбата. В Таблицата „Списък на проверки и изпитания, които трябва да се извършат с типове изпитаните уредби (ТТА) и частично типове изпитаните уредби (РТТА)” са подробно описани тестовете, които трябва да се извършат с уредбите.

Чрез типовете изпитания се проверява съответствието на прототипа спрямо изискванията на стандарта, това е отговорност на производителя, който трябва също така да осигури инструкциите за монтажа и окомплектоването на разпределителната уредба. Монтажникът носи отговорността за подбора и монтажа на компонентите в съответствие с инструкциите, които са дадени от производителя и трябва да потвърди съответствието спрямо стандартите чрез споменатите по-горе проверки в случаите, когато в разпределителната уредба има отклонения спрямо изпитания прототип. На всеки произведен продукт трябва да се извършат също така контролни изпитания.

Разграничаването на ТТА и РТТА комплектни разпределителни уредби няма отношение към декларацията за съответствие със стандарта IEC 60439-1, разпределителните уредби трябва да отговарят на този стандарт.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонна селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

## Списък на проверки и изпитания, които трябва да се извършат с типово изпитаните уредби (ТТА) и частично типово изпитаните уредби (РТТА), съгласно стандарта IEC 60439-1.

№	Характеристики, които трябва да бъдат проверени	Точка	ТТА	РТТА
1	Граници на температурно повишение	8.2.1	Проверяване на границите на температурно повишение чрез изпитание (типово изпитание)	Проверяване на границите на температурно повишение чрез изпитание или екстраполация
2	Диелектрични свойства	8.2.2	Проверяване на диелектричните свойства чрез изпитание (типово изпитание)	Проверяване на диелектричните свойства чрез изпитание съгласно т. 8.2.2 или 8.3.2, или проверяване на изоляционното съпротивление съгласно 8.3.4 (виж №9 и 11)
3	Устойчивост на късо съединение	8.2.3	Проверяване на устойчивостта на късо съединение чрез изпитание (типово изпитание)	Проверяване на устойчивостта на късо съединение чрез изпитание или чрез екстраполация от подобни типово изпитани инсталации
4	Ефективност на защитната схема	8.2.4		
	Ефективна връзка между достъпните проводящи части на УРЕДЕАТА и защитната схема	8.2.4.1	Проверяване на ефективна връзка между достъпните проводящи части на УРЕДЕАТА и защитната схема чрез инспектиране или измерване на съпротивлението (типово изпитание)	Проверяване на ефективна връзка между достъпните проводящи части на УРЕДЕАТА и защитната схема чрез инспектиране или измерване на съпротивлението
	Устойчивост на късо съединение на защитната схема	8.2.4.2	Проверяване на устойчивостта на късо съединение на защитната схема чрез изпитание (типово изпитание)	Проверяване на устойчивостта на късо съединение на защитната схема чрез изпитание, подходящо проектиране или разполагане на защитния проводник (виж 7.4.3.1.1, последния параграф)
5	Изоляционни разстояния и път на утечка	8.2.5	Проверяване на изоляционни разстояния и път на утечка (типово изпитание)	Проверяване на изоляционни разстояния и път на утечка
6	Механично действие	8.2.6	Проверяване на механичното действие (типово изпитание)	Проверяване на механичното действие
7	Степен на защита	8.2.7	Проверяване на степента на защита (типово изпитание)	Проверяване на степента на защита
8	Опрободяване, електрическо действие	8.3.1	Инспектиране на УРЕДЕАТА. Включващо инспекция на проводяването и, ако е необходимо, изпитания на електрическото оборудване (контролно изпитание)	Инспектиране на УРЕДЕАТА, включващо инспекция на проводяването и, ако е необходимо, изпитания на електрическото оборудване
9	Изоляция	8.3.2	Диелектрично изпитание (контролно изпитание)	Диелектрично изпитание или проверяване на изоляционното съпротивление съгласно 8.3.4 (виж №2 и 11)
10	Защитни мерки	8.3.3	Проверяване на защитните мерки и на електрическата непрекъснатост на защитните схеми (контролно изпитание)	Проверяване на защитните мерки
11	Изоляционно съпротивление	8.3.4		Проверяване на изоляционното съпротивление, освен ако не са били извършени изпитания съгласно 8.2.2 или 8.3.2 виж №2 и 9

### Степени на защита

Степента на защита IP показва нивото на защита, осигурявано от уредбата срещу достъп или контакт с части под напрежение, срещу проникване на твърди чужди тела и срещу проникване на течности. Кодът IP е системата, използвана за идентификация на степента на защита, в съответствие с изискванията на стандарта IEC 60529. Освен, ако не е определено по друг начин от производителя, степента на защита се отнася за цялата разпределителна уредба, монтирана и инсталирана за нормална употреба (при затворена врата).

Производителят трябва също така да укаже степента на защита, приложима за конкретните конфигурации, които могат да възникнат в процеса на работа, както и степента на защита при отворена врата или при отстранени или изтеглени устройства.

# Съдържание Част 2

## 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

## 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

## 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

## 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

## 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

## Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

Елемент	Цифра или буква	Значение на защитата на оборудването	Значение на защитата на персонала	Реф.
Буква на кода	IP			
Първа цифрова характеристика		Срещу проникване на твърди чужди обекти	Срещу достъп до опасни части с	Чл. 5
	0	(незащитен)	(незащитен)	
	1	> 50 mm диаметър	задната част на ръката	
	2	> 12,5 mm диаметър	пръст	
	3	> 2,5 mm диаметър	инструмент	
	4	> 1,0 mm диаметър	проводник	
	5	защитен от прах	проводник	
Втора цифрова характеристика		Срещу проникване на вода с вредно въздействие		Чл. 6
	0	(незащитен)		
	1	капеща вертикално		
	2	капеща (наклон 15°)		
	3	пръскаща		
	4	плискаща		
	5	струяща		
	6	силно струяща		
	7	временно потапяне		
8	непрекъснато потапяне			
Допълнителна буква (опция)	A		Срещу достъп до опасни части с	Чл. 7
	B		задната част на ръката	
	C		пръст	
	D		инструмент	
Спомагателна буква (опция)		Спомагателна информация, специфична за:	проводник	Чл. 8
	H	Апарати високо напрежение		
	M	Движение по време на воден тест		
	S	Стационарност по Време на Воден тест		
	W	Метеорологични условия		

## Съдържание Част 2 5 Разпределителни уредби

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

### 5.2 Форми на вътрешно разделение

Под форма на разделение се има предвид типа на разделяне в разпределителната уредба. Разделението посредством бариери или прегради (метални или изолиращи) може да има следните функции:

- осигуряване на защита срещу директен контакт (най-малко IPXXB) в случай на достъп до част от разпределителната уредба, която не е под напрежение, по отношение на останалата част на разпределителната уредба, която остава под напрежение;

- намаляване на риска от разпространяване на вътрешна дъга;

- възпрепятстване на преминаването на твърди тела между различни части на разпределителната уредба (степен на защита най-малко IP2X).

Преградите служат за разделител между две части, докато бариерата предпазва оператора от директен контакт и от дъгообразуването от прекъсвачи устройство в нормалната посока на достъп.

В следващата таблица от стандарта IEC 60439-1 са описани типичните форми на разделяне, които могат да се постигнат чрез бариери или прегради:

Основни критерии	Подкритерии	Форма
Без разделяне		форма 1
Разделяне на събирателните шини от функционалните блокове	Клемите за външни проводници не са разделени от събирателните шини	форма 2a
	Клемите за външни проводници са разделени от събирателните шини	форма 2b
Разделяне на събирателните шини от функционалните блокове и разделяне на всички функционални блокове един от друг. Разделяне на клемите за външни проводници от функционалните блокове, но не една от друга	Клемите за външни проводници не са разделени от събирателните шини	форма 3a
	Клемите за външни проводници са разделени от събирателните шини	форма 3b
Разделяне на събирателните шини от функционалните блокове и отделяне на всички функционални блокове един от друг, включително клемите за външни проводници, които са неразделна част от функционалния блок	Клемите за външни проводници са в същото отделение като съответния функционален блок	форма 4a
	Клемите за външни проводници не са в същото отделение като съответния функционален блок, а в отделни, разделени, затворени защитени места или отделения	форма 4b

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

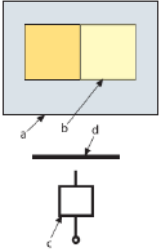
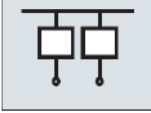
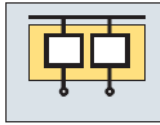
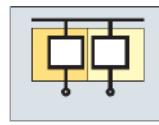
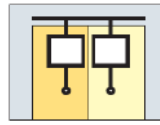
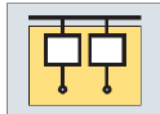
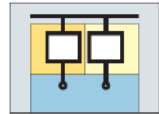
4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

**Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули**

Символи	Форма 1 (без вътрешни разделения)	Форма 2 (отделяне на събирателните шини от функционалните блокове)	Форма 3 (разделяне на събирателните шини от функционалните блокове + разделяне на функционалните блокове един от друг)	Форма 4 (разделяне на събирателните шини от функционалните блокове + разделяне на функционалните блокове един от друг + отделяне на клемите една от друга)
				
<b>Легенда</b> <b>a</b> Корпус <b>b</b> Вътрешно разделение <b>c</b> Функционални блокове, включително и клемите за свързаните външни проводници <b>d</b> Събирателни шини, включително и разпределителните събирателни шини	<b>Форма 2a</b> Клемите не са отделени от събирателните шини	<b>Форма 2b</b> Клемите са отделени от събирателните шини	<b>Форма 3a</b> Клемите не са отделени от събирателните шини	<b>Форма 3b</b> Клемите са отделени от събирателните шини
			<b>Форма 4a</b> Клемите са в същото отделение като съответния функционален блок	<b>Форма 4b</b> Клемите са в същото отделение като съответния функционален блок

### Класификация

Съществуват различни класификации на електрически разпределителни уредби в зависимост от обхвата на факторите.

На базата на типа на конструкцията в стандарта IEC 60439-1 се разграничават отворени и затворени уредби.

Една разпределителна уредба е затворена, ако има защитни панели от всички страни, осигуряващи степен на защита срещу директен контакт най-малко IPXXB. Разпределителните уредби, използвани в нормална работна среда, трябва да бъдат затворени.

Отворени разпределителни уредби, със или без преден капак, са тези, които имат достъпни части под напрежение. Тези разпределителни уредби могат да се използват само в електрически инсталации.

## Съдържание Част 2

### 1. Устройства за защита и управление

1.1. Етикети с номинални данни на прекъсвачи

1.2 Основни определения

1.3 Типове защитни блокове

1.3.1 Защити от претоварване и късо съединение

1.3.2 Електронни защитни блокове

1.3.3 Дефектнотокова защита (ДТЗ)

### 2 Общи характеристики

2.1 Софтуер “Криви 1.0” (Curves 1.0)

2.2 Токоограничителни характеристики

2.3 Характеристики на специфичната енергия на преминаване

2.4 Температурно занижаване на номиналните характеристики

2.5 Електрически характеристики на товарите прекъсвачи

### 3 Координиране на защитата

3.1 Координиране на защитата

3.2 Селективност

3.2.1 Селективност по ток

3.2.2 Селективност по време

3.2.3 Зонова селективност

3.2.4 Селективност по енергия

3.3 Каскадиране

3.4 Координиране между прекъсвач и товаров прекъсвач

### 4 Специални приложения

4.1 Постояннотокови мрежи

4.2 Критерии за избор на прекъсвачи

4.3 Типове постояннотокови мрежи

4.4 Превключватели за автоматичен пренос

### 5 Разпределителни уредби

5.1 Електрически разпределителни уредби

5.2 Форми на вътрешно разделение

### Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

## Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

### Международна система на единиците (SI)

Основни единици на SI Величина	Символ	Име на единицата
Дължина	m	метър
Маса	kg	килограм
Време	s	секунда
Електрически ток	A	ампер
Термодинамична температура	K	келвин
Количество вещество	mol	мол
Интензивност на светлината	cd	кандела

### Наименование на Метричните единиците и техните множители

Десетична степен	Представка	Символ	Десетична степен	Представка	Символ
$10^{24}$	йота	Y	$10^{-1}$	деци	d
$10^{21}$	зета	Z	$10^{-2}$	сенти	c
$10^{18}$	екса	E	$10^{-3}$	мили	m
$10^{15}$	пета	P	$10^{-6}$	микро	$\mu$
$10^{12}$	тера	T	$10^{-9}$	нано	n
$10^9$	гига	G	$10^{-12}$	пико	p
$10^6$	мега	M	$10^{-15}$	фемто	f
$10^3$	кило	k	$10^{-18}$	ато	a
$10^2$	хекто	h	$10^{-21}$	цепто	z
10	гека	da	$10^{-24}$	йокто	y

# Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

## Основни величини и единиците на SI

Величина	Единица на SI		Други единици		Преобразуване	
	Символ	Име	Символ	Име		
<b>Дължина, площ, обем</b>						
l	дължина	m	метър	in	инч	1 in = 25.4 mm
				ft	фут	1 ft = 30.48 cm
				fathom	фатом	1 fathom = 6 ft = 1.8288 m
				mile	миля	1 mile = 1609.344 m
				sm	морска миля	1 sm = 1852 m
A	площ	m <sup>2</sup>	квадратен метър	yd	ярд	1 yd = 91.44 cm
				a	ар	1 a = 10 <sup>2</sup> m <sup>2</sup>
				ha	хектар	1 ha = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
				l	литър	1 l = 1 dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
V	обем	m <sup>3</sup>	кубичен метър	UK pt	пинта	1 UK pt = 0.5683 dm <sup>3</sup>
				UK gal	UK галон	1 UK gal = 4.5461 dm <sup>3</sup>
				US gal	US галон	1 US gal = 3.7855 dm <sup>3</sup>
<b>Ъгли</b>						
$\alpha, \beta, \gamma$	равнинен ъгъл	rad	радиан	°	градус	$1^\circ = \frac{\pi}{180} \cdot \text{rad}$
$\Omega$	пространствен ъгъл	sr	стерадиан			
<b>Маса</b>						
m	маса, тегло	kg	килограм	lb	фунт	1 lb = 0.45359 kg
$\rho$	плътност	kg/m <sup>3</sup>	килограм за кубичен метър			
$\nu$	специфичен обем	m <sup>3</sup> /kg	кубичен метър за килограм			
M	инерционен момент	kg·m <sup>2</sup>	килограм по квадратен метър			
<b>Време</b>						
t	продължителност	s	секунда			
f	честота		херц	1 Hz = 1/s		
$\omega$	ъглова скорост	1/s	секунда на минус първа	$\omega = 2\pi f$		
v	скорост	m/s	метър за секунда	километър в час		1 km/h = 0.2777 m/s
				mile/h	миля в час	1 mile/h = 0.4470 m/s
				knot	възел	1 kn = 0.5144 m/s
g	ускорение	m/s <sup>2</sup>	метър за секунда на квадрат			
<b>Сила, енергия, мощност</b>						
F	сила	N	нютон	kgf		1 N = 1 kg·m/s <sup>2</sup> 1 kgf = 9.80665 N
P	налягане	Pa	паскал	bar	бар	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> 1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa
W	енергия, работа	J	джаул	1 J = 1 W·s = 1 N·m		
P	мощност	W	ват	Hp	конска сила	1 Hp = 745.7 W
<b>Температура и топлина</b>						
T	температура	K		°C	целзий	T[K] = 273.15 + T [°C]
				°F	фarenхайт	T[K] = 273.15 + (5/9)·(T [°F]-32)
Q	количество топлина	J	джаул			
S	ентропия	J/K	джаула за келвин			
<b>Фотометрични величини</b>						
I	интенз. на светлината	cd	кандела			
L	яркост	cd/m <sup>2</sup>	кандела на квадратен метър			
$\Phi$	светлинен поток	lm		1 lm = 1 cd·sr		
E	осветеност	lux		1 lux = 1 lm/m <sup>2</sup>		

# Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

## Основни електрически и магнитни величини и единиците на SI

Величина Символ	Име	Единица на SI		Други единици		Преобразуване
		Символ	Име	Символ	Име	
I	ток	A	ампер			
V	напрежение	V	волт			
R	съпротивление	$\Omega$	ом			
G	проводимост	S	сименс			$G = 1/R$
X	реактивно съпротивление	$\Omega$	ом			$X_L = \omega L$ $X_C = -1/\omega C$
B	реактивна проводимост	S	сименс			$B_L = -1/\omega L$ $B_C = \omega C$
Z	импеданс	$\Omega$	ом			
Y	пълна проводимост	S	сименс			
P	активна мощност	W	ват			
Q	реактивна мощност	var	реактивен волт ампер			
S		VA	волт ампер			
Q	привидна мощност електрически заряд	C	кулон	Ah	ампер/час	$1 C = 1 A \cdot s$ $1 Ah = 3600 A \cdot s$
E	сила на електрическо поле	V/m	волт за метър			
C	електрически капацитет	F	фарад			$1 F = 1 C/V$
H		A/m	ампер за метър			
B	магнитно поле магнитна индукция	T	тесла	G	гаус	$1 T = 1 V \cdot s/m^2$ $1 G = 10^{-4} T$
L	индуктивност	H	хенри			$1 H = 1 \Omega \cdot s$

## Стойности на специфично съпротивление, проводимост и температурен коефициент при 20°C на основните електрически материали

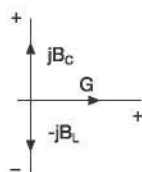
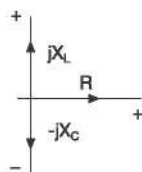
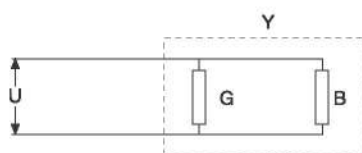
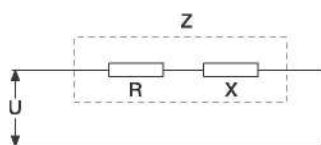
проводник	специфично съпротивление $\Omega_{20}$ [mm <sup>2</sup> /m]	проводимост $\chi_{20} = 1/\rho_{20}$ [m/mm <sup>2</sup> Ω]	температурен коефициент $\alpha_{20}$ [K <sup>-1</sup> ]
алуминий	0.0287	34.84	$3.8 \cdot 10^{-3}$
месинг, CuZn 40	$\leq 0.067$	$\geq 15$	$2 \cdot 10^{-3}$
константан	0.50	2	$-3 \cdot 10^{-4}$
мед	0.0175	57.14	$3.95 \cdot 10^{-3}$
злато	0.023	43.5	$3.8 \cdot 10^{-3}$
железен проводник	0.1 to 0.15	10 to 6.7	$4.5 \cdot 10^{-3}$
олово	0.208	4.81	$3.9 \cdot 10^{-3}$
магнезий	0.043	23.26	$4.1 \cdot 10^{-3}$
манган	0.43	2.33	$4 \cdot 10^{-6}$
живак	0.941	1.06	$9.2 \cdot 10^{-4}$
Ni Cr 8020	1	1	$2.5 \cdot 10^{-4}$
никелин	0.43	2.33	$2.3 \cdot 10^{-4}$
сребро	0.016	62.5	$3.8 \cdot 10^{-3}$
цинк	0.06	16.7	$4.2 \cdot 10^{-3}$

# Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

## Основни електротехнически формули

### Импеданс

съпротивление на проводник при температура $\vartheta$	$R_{\vartheta} = r_{\vartheta} \cdot \frac{\ell}{S}$
проводимост на проводник при температура $\vartheta$	$G_{\vartheta} = \frac{1}{R_{\vartheta}} = X_{\vartheta} \cdot \frac{S}{\ell}$
специфично съпротивление на проводник при температура $\vartheta$	$\rho_{\vartheta} = \rho_{20} [1 + \alpha_{20} (\vartheta - 20)]$
капацитивно съпротивление	$X_C = \frac{-1}{\omega \cdot C} = -\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$
индуктивно съпротивление	$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$
импеданс	$Z = R + jX$
модул на импеданса	$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$
фазов импеданс	$\varphi = \arctan \frac{R}{X}$
проводимост	$G = \frac{1}{R}$
капацитивна проводимост	$B_C = \frac{-1}{X_C} = \omega \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C$
индуктивна проводимост	$B_L = \frac{-1}{X_L} = -\frac{1}{\omega \cdot L} = -\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L}$
пълна проводимост	$Y = G - jB$
модул на пълната проводимост	$Y = \sqrt{G^2 + B^2}$
фазова пълната проводимост	$\varphi = \arctan \frac{B}{G}$

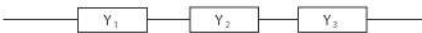


## Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

Импеданс при последователно свързване

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots$$


Пълна проводимост при последователно свързване

$$Y = \frac{1}{\frac{1}{Y_1} + \frac{1}{Y_2} + \frac{1}{Y_3} + \dots}$$


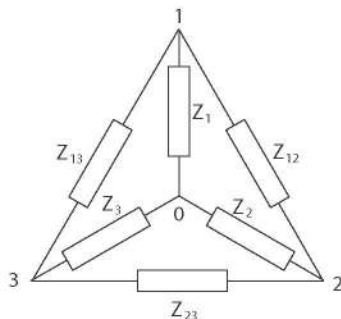
Импеданс при успоредно свързване

$$Z = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots}$$


Пълна проводимост при успоредно свързване

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots$$


Трансформации триъгълник-звезда и звезда-триъгълник



Y→D	D→Y
$Z_{12} = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_3}$	$Z_1 = \frac{Z_{12} \cdot Z_{13}}{Z_{12} + Z_{13} + Z_{23}}$
$Z_{23} = Z_2 + Z_3 + \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_1}$	$Z_2 = \frac{Z_{12} \cdot Z_{23}}{Z_{12} + Z_{13} + Z_{23}}$
$Z_{13} = Z_3 + Z_1 + \frac{Z_3 \cdot Z_1}{Z_2}$	$Z_3 = \frac{Z_{23} \cdot Z_{13}}{Z_{12} + Z_{13} + Z_{23}}$

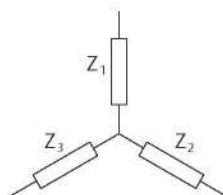
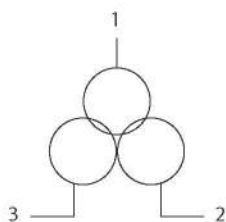
# Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

## Трансформатори

Трансформатор с две намотки

номинален ток	$I_r = \frac{S_r}{\sqrt{3} \cdot U_r}$
мощност на късо съединение	$S_k = \frac{S_r}{u_k\%} \cdot 100$
ток на късо съединение	$I_k = \frac{S_k}{\sqrt{3} \cdot U_r} = \frac{I_r}{u_k\%} \cdot 100$
надлъжен импеданс (на късо съединение)	$Z_T = \frac{u_k\%}{100} \cdot \frac{U_r^2}{S_r} = \frac{u_k\%}{100} \cdot \frac{S_r}{3 \cdot I_r^2}$
надлъжно съпротивление (на късо съединение)	$R_T = \frac{p_k\%}{100} \cdot \frac{U_r^2}{S_r} = \frac{p_k\%}{100} \cdot \frac{S_r}{3 \cdot I_r^2}$
надлъжно реактивно съпротивление (на късо съединение)	$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$

Трансформатор с три намотки



$$Z_{12} = \frac{u_{12}}{100} \cdot \frac{U_r^2}{S_{r12}}$$

$$Z_1 = \frac{1}{2} (Z_{12} + Z_{13} - Z_{23})$$

$$Z_{13} = \frac{u_{13}}{100} \cdot \frac{U_r^2}{S_{r13}}$$

$$Z_2 = \frac{1}{2} (Z_{12} + Z_{23} - Z_{13})$$

$$Z_{23} = \frac{u_{23}}{100} \cdot \frac{U_r^2}{S_{r23}}$$

$$Z_3 = \frac{1}{2} (Z_{13} + Z_{23} - Z_{12})$$

## Приложение: Основни физически величини и електротехнически формули

### Пад на напрежение и мощност

	еднофазен	трифазен	постоянен ток
пад на напрежение	$\Delta U = 2 \cdot l \cdot \ell \cdot (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$	$\Delta U = \sqrt{3} \cdot l \cdot \ell \cdot (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$	$\Delta U = 2 \cdot l \cdot \ell \cdot r$
процентен пад на напрежение	$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_r} \cdot 100$	$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_r} \cdot 100$	$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_r} \cdot 100$
активна мощност	$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$	$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	$P = U \cdot I$
реактивна мощност	$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$	$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$	-
привидна мощност	$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$	$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$	-
фактор на мощността	$\cos \varphi = \frac{P}{S}$	$\cos \varphi = \frac{P}{S}$	-
загуба на мощност	$\Delta P = 2 \cdot \ell \cdot r \cdot I^2$	$\Delta P = 3 \cdot \ell \cdot r \cdot I^2$	$\Delta P = 2 \cdot \ell \cdot r \cdot I^2$

### Легенда

- $\rho_{20}$  специфично съпротивление при 20°C
- $\ell$  дължина на проводник
- $S$  сечение на проводник
- $\alpha_{20}$  температурен коефициент на проводник при 20°C
- $\vartheta$  температура на проводник
- $\rho_{\vartheta}$  специфично съпротивление в зависимост от температурата на проводника
- $\omega$  ъглова честота
- $f$  честота
- $r$  съпротивление на проводник за единица дължина
- $x$  реактивно съпротивление на проводник за единица дължина
- $u_k\%$  процентно напрежение на късо съединение на трансформатора
- $S_r$  номинална привидна мощност на трансформатора
- $U_r$  номинално напрежение на трансформатора
- $p_k\%$  процентни загуби в импеданса на трансформатора при условия на късо съединение