

Kortslutningsstrømme

Højspændingssiden :

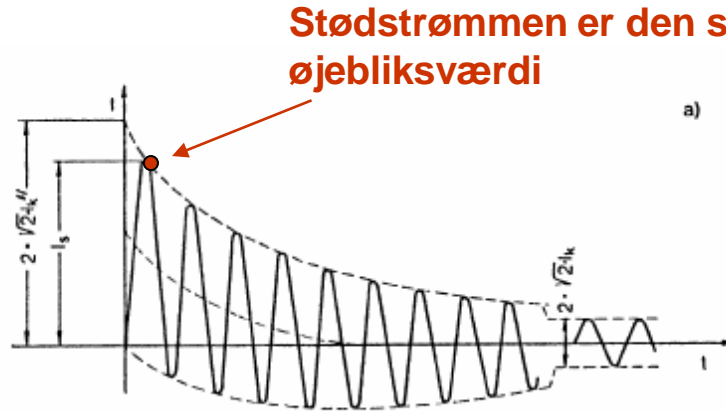
$$I_{kmax} = \frac{S_{kmax}}{\sqrt{3} \times U_n} \quad I_{k2f} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_{kmax} = \text{dobbeltjord}$$

Lavspændingssiden:

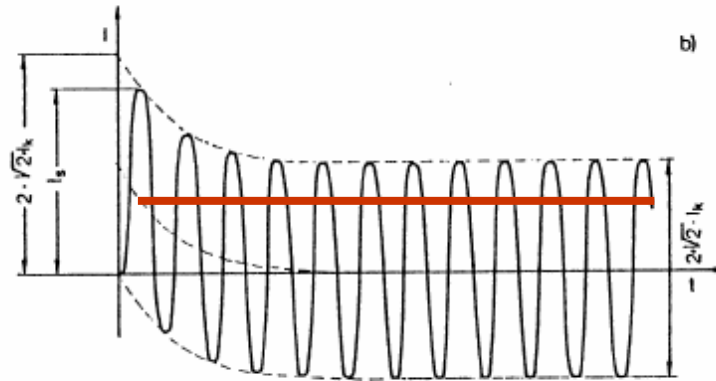
$$I_{k3f} = I_{k1f} \quad I_{k2f} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{k3f}$$

Bestemmelse af kortslutningsstrømme

Asymmetrisk
Generator nær



Asymmetrisk
Generator fjern



$$I_{stød} = \sqrt{2} \cdot \kappa \cdot I_K$$

Effektiv værdi af I_K

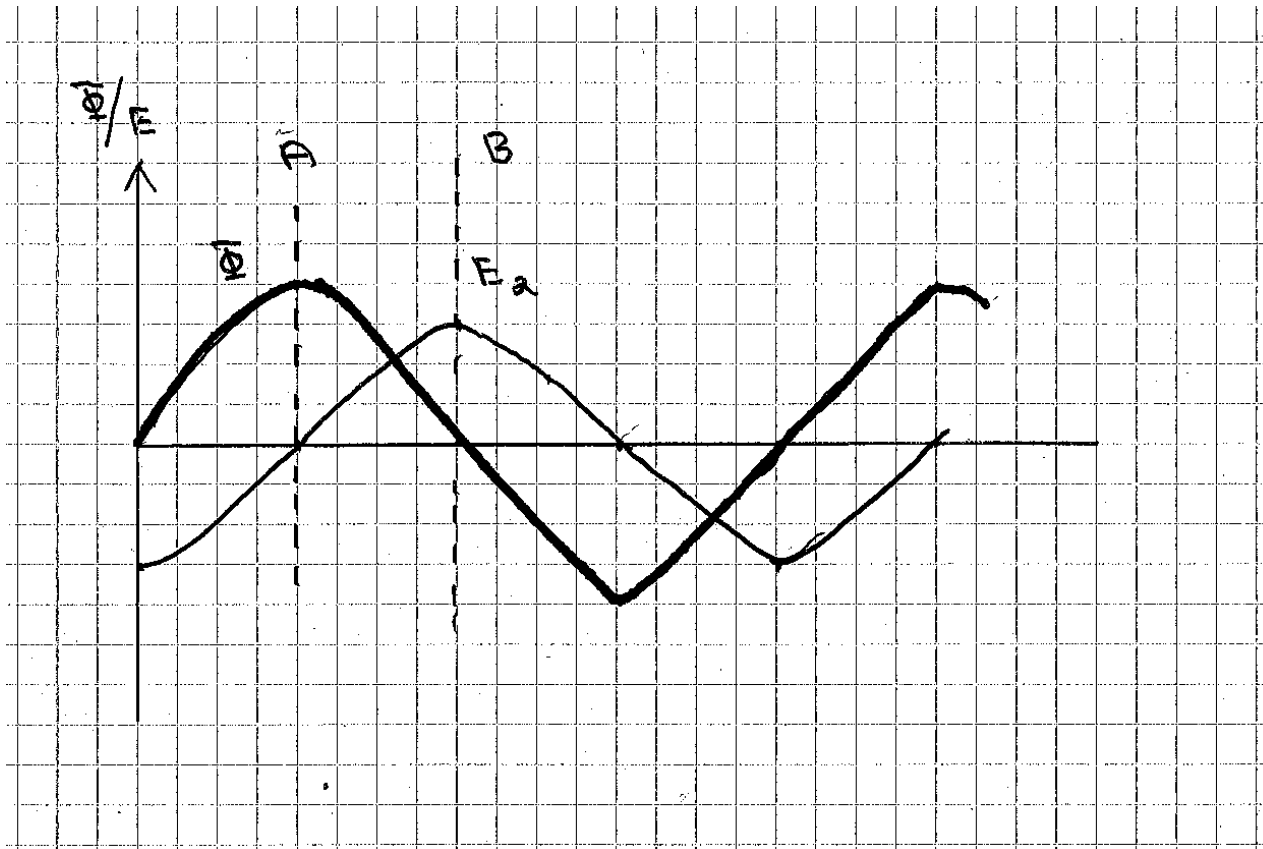
Beregnet vha. Ohms lov

$$I_K = \frac{U}{Z}$$

Om en kortslutningsstrøm bliver asymmetrisk afhænger af spændingens øjebliksværdi når kortslutningen sker.

Hvor meget asymmetrisk strømmen bliver afhænger af R/X forholdet frem til kortslutningsstedet.

Bestemmelse af kortslutningsstrømme



Transformerstationer 10/0,4 kV

Der findes forskellige typer højspændingssikringer, der kendetegnes ved deres evne til at udkoble strømme i et overbelastningsområde.

Back-up:

Sikringen har et brydeusikkerområde område ved strømme mindre end typisk 2 til 5 gange sikringens mærkestrøm.

Generel-purpose:

Sikringen har i forhold til back-up typen et udvidet brydeområde, således at minimum brydeevnen først optræder ved strømme mindre end 1,5 til 2 gange sikringens mærkestrøm.

Full-range:

Sikringen kan sikkert bryde alle strømme som kan smelte sikringselementet.

SIBA VS:

Sikringen (generel-purpose) er forsynet med en integreret overstrømsudløser (temperatur begrænser), der ved strømme i overbelastningsområdet (strømme mindre end 1,5 gange mærkestrømmen) ved hjælp af en kraftmelderfunktion udkobler en lastadskiller, således at der samlet opnås en full-range karakteristik.

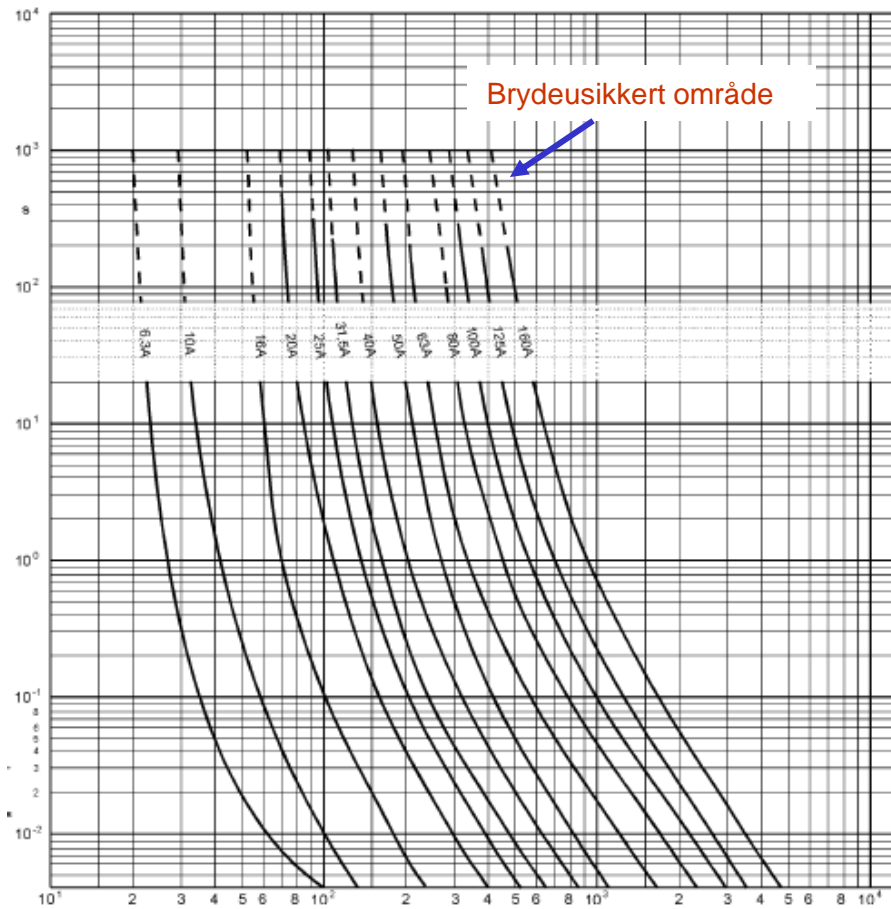
Transformerstationer 10/0,4 kV

Højspændingssikringer frit efter IEC 60787

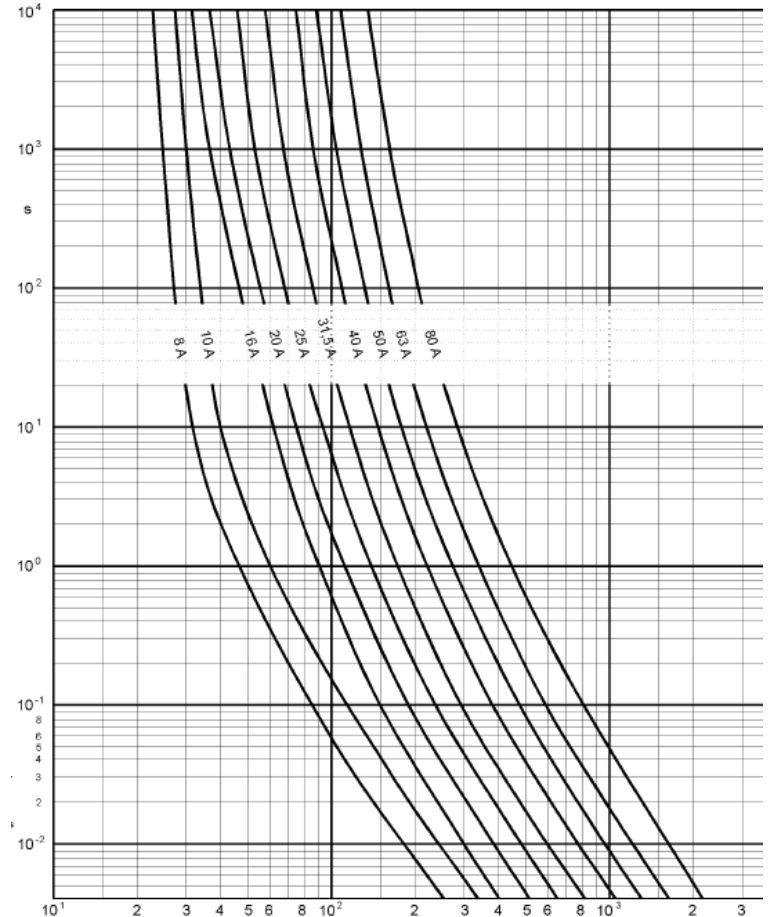
- Mærkestrøm for Full-range (og VS)
 - $I_n > I_{n \text{ TRAFO}}$
- Overbelastning $I_n \geq 1,2 - 1,5 \cdot I_{n \text{ TRAFO}}$
- Indkoblingsstrøm
 - Ved $I_{indk} = 12 \cdot I_{n \text{ TRAFO}}$ skal $t_{smelte} \geq 0,1 \text{ s}$
- Kortslutningsstrømme
 - Fase-nul kortslutninger på sekundærsiden skal udkobles inden 5 s
- Selektivitet
 - Størst mulig selektivitet med lavspændingssidens overstrømsbeskyttelser. Værste fejl er en to-faset kortslutning lige efter LSP-sidens sikringer

Sikringstyper

Back up



Full Range (VS)



Sikring med lastadskiller

Lastadskiller i kombination med sikringer – optimal beskyttelse op til 3000 kVA transformatorer!

Sikringer med integreret slagstift



Transformerstationer 10/0,4 kV

Anvendes sikringens kraftmelder til at åbne en lastadskiller, skal det ved kortslutninger sikres at sikringen smelter før lastadskilleren åbner, idet denne ikke er beregnet til udkobling af kortslutningsstrømme. Dette sikres ved:

$$I_{transfer} \leq I'_{K3F2} = \frac{I_{n1} \cdot 100}{e_K}$$

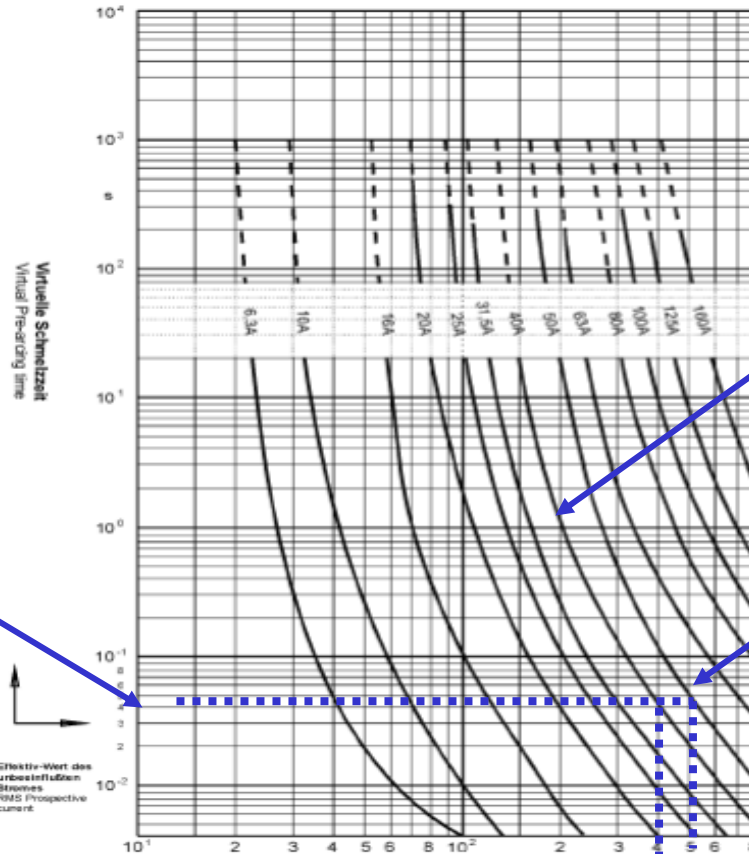
$I_{transfer}$ er værdien af den smeltestrøm, der vil få højspændingssikringen til at smelte på en tid mindre end $0,9 \cdot T_0$, hvor T_0 er lastadskillerens åbnetid efter påvirkning fra en kraftmelder. T_0 oplyses af lastadskillerens fabrikant.

Se evt. IEC 62271-105

Eksempel på bestemmelse af $I_{transfer}$

T_0 er lastadskillerens åbnetid (50 ms) efter påvirkning af kraftmelder

$0,9 \cdot T_0$



$I_N = 40$ A

$I_N = 50$ A

$I_{transfer} = 400$ A

$I_{transfer} = 520$ A

Eksempel på bestemmelse af $I_{transfer}$

I det foranstående eksempel kunne de viste sikringer f.eks. sidde foran en 400 kVA transformer med $e_K = 4,5 \%$, som har en primærfuldlaststrøm på:

$$I_{n1} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{n1}} = \frac{400 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 10^3} = 23,1 \text{ A}$$

Det skal herefter sikres at:

$$I_{transfer} \leq I'_{K3F2} = \frac{I_{n1} \cdot 100}{e_K} = \frac{23,1 \cdot 100}{4,5} = 513 \text{ A}$$

I det aktuelle tilfælde er $I_{transfer}$ ca. 400 A for en 40 A sikring, hvilket betyder at sikringerne smelter før lastadskilleren udkobler. For en 50 A sikring er $I_{transfer}$ ca. 520 A, hvilket betyder at sikringen ikke når at afbryde før lastadskilleren åbner med en kortslutningsstrøm gennem kontaktsættet.

Components

Allocation of HV HRC fuses and transformer ratings

Operating voltage KV	Transformer			HV HRC fuse					
	Rated power S_N kVA	Relative impedance voltage u_k %	Rated current I_n A	Rated normal current of fuse I_{fuse} A	Operating voltage U_{fuse} KV	Dimension e mm	Outside diameter d mm	Order No. Make SIBA	
10 to 12	125	4	7.2	16	6 to 12	292	53	30 004 13.16	
				16	6 to 12	442	53	30 101 13.16	
				16	10 to 17.5	292	53	30 255 13.16	
				16	10 to 17.5	442	53	30 231 13.16	
				16	10 to 24	442	53	30 006 13.16	
	160	4	9.3	20	20	6 to 12	292	53	30 004 13.20
					20	6 to 12	442	53	30 101 13.20
					20	10 to 17.5	292	67	30 221 13.20
					20	10 to 17.5	442	53	30 231 13.20
					20	10 to 24	442	53	30 006 13.20
200	4	11.5	25	25	6 to 12	292	53	30 004 13.25	
				25	6 to 12	442	53	30 101 13.25	
				25	10 to 17.5	292	67	30 221 13.25	
				25	10 to 17.5	442	53	30 231 13.25	
				25	10 to 24	442	53	30 006 13.25	
250	4	14.5	25	25	6 to 12	292	53	30 004 13.25	
				25	6 to 12	442	53	30 101 13.25	
				25	10 to 17.5	292	67	30 221 13.25	
				25	10 to 17.5	442	53	30 231 13.25	
				25	10 to 24	442	53	30 006 13.25	
				31.5	6 to 12	292	53	30 004 13.31,5	
				31.5	6 to 12	442	53	30 101 13.31,5	
				31.5	10 to 17.5	292	67	30 221 13.31,5	
				31.5	10 to 17.5	442	53	30 231 13.31,5	
				31.5	10 to 24	442	53	30 006 13.31,5	
315	4	18.3	31.5	31.5	6 to 12	292	53	30 004 13.31,5	
				31.5	6 to 12	442	53	30 101 13.31,5	
				31.5	10 to 17.5	292	67	30 221 13.31,5	
				31.5	10 to 17.5	442	53	30 231 13.31,5	
				31.5	10 to 24	442	53	30 006 13.31,5	
				40	6 to 12	292	53	30 004 13.40	
				40	6 to 12	442	53	30 101 13.40	
				40	10 to 17.5	292	67	30 221 13.40	
				40	10 to 17.5	442	53	30 231 13.40	
				40	10 to 24	442	53	30 006 13.40	
400	4	23.1	40	40	6 to 12	292	53	30 004 13.40	
				40	6 to 12	442	53	30 101 13.40	
				40	10 to 17.5	292	67	30 221 13.40	
				40	10 to 17.5	442	53	30 231 13.40	
				40	10 to 24	442	53	30 006 13.40	
				50	6 to 12	292	53	30 004 13.50	
				50	6 to 12	442	53	30 101 13.50	
				50	10 to 17.5	292	67	30 221 13.50	
				50	10 to 17.5	442	67	30 232 13.50	
				50	10 to 24	442	67	30 014 13.50	
500	4	29	50	50	6 to 12	292	53	30 004 13.50	
				50	6 to 12	442	53	30 101 13.50	
				50	10 to 17.5	292	67	30 221 13.50	
				50	10 to 17.5	442	67	30 232 13.50	
				50	10 to 24	442	67	30 014 13.50	
				63	6 to 12	292	67	30 012 43.63	
630	4	36.4	63	63	6 to 12	292	67	30 012 43.63	
				63	10 to 24	442	67	30 014 43.80	
				63	6 to 12	292	67	30 012 13.63	
				63	6 to 12	442	67	30 102 13.63	
				63	10 to 17.5	442	67	30 232 13.63	
				80	6 to 12	292	67	30 012 43.80	
800	5 to 6	46.2	80	80	6 to 12	292	67	30 012 13.63	
				80	6 to 12	292	67	30 012 43.80	
				80	6 to 12	442	67	30 102 43.80	
1000	5 to 6	58	100	6 to 12	442	67	30 102 43.100		
1250	5 to 6	72.2	125	6 to 12	442	85	30 103 43.125		

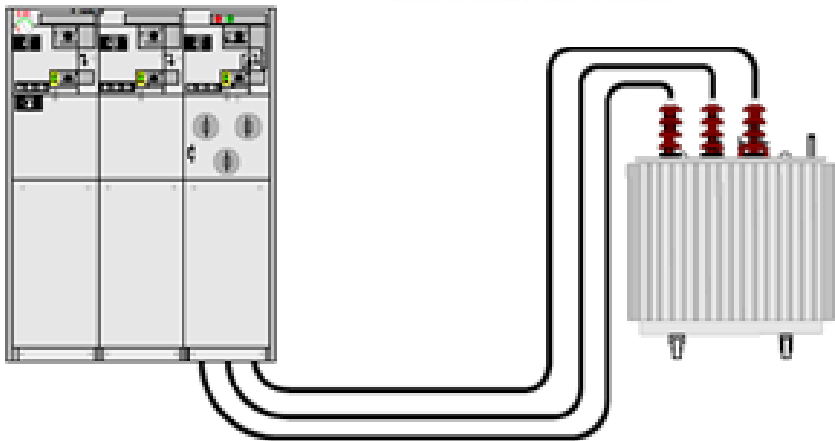
Lastadskillerfabrikanten anviser normalt hvilke kombinationer der kan anvendes af sikringer og lastadskiller!

Tabel fra Siemens der angiver maksimale SIBA VS sikring i forbindelse med en af deres lastadskillere.



100%	Transformer rating (kV)															CEF	
Un (kV)	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	
3	16	25	25	40	40	50	50	80	100	125	160						7.2kV
3,3	16	25	25	40	40	50	50	63	80	100	125	160					
4,15	10	16	25	25	40	40	50	50	63	80	100	125	160				
5	10	16	25	25	25	40	40	50	50	63	80	100	160	160			
5,5	6	16	16	25	25	25	40	50	50	63	80	100	125	160			
6	6	16	16	25	25	25	40	40	50	50	80	100	125	160	160		
6,6	6	16	16	25	25	25	40	40	50	50	63	80	100	125	160		12kV
10	6	10	10	16	16	25	25	25	40	40	50	50	80	80	125	125	
11	6	6	10	16	16	25	25	25	25	40	50	50	63	80	100	125	
12	6	6	10	16	16	16	25	25	25	40	50	63	80	100	125		17.5kV
13,8	6	6	10	10	16	16	25	25	25	40	50	50	63	80	100		
15	6	6	10	10	16	16	16	25	25	25	40	40	50	63	80	100	
17,5	6	6	6	10	10	16	16	16	25	25	25	40	50	50	63	80	24kV
20	6	6	6	10	10	16	16	16	25	25	25	40	40	50	63	63	
22	6	6	6	6	10	10	16	16	16	25	25	25	40	50	50	63	
24	6	6	6	6	10	10	16	16	16	25	25	25	40	40	50	63	

- The table is based on using fuses type ABB CEF
- Normal operating conditions with no overload
- Ambient temperature -25°C - +40°C



A transfer current of the combination which is as low as possible, and less than the rated transfer current of the switch-fuse combination.

Mærkepladen



Konstanttidsrelæ

- Relæ indstilling:

$I_{>} : 0,50 \dots 5,0 \times I_n$

$t_{>} : 0,05 \dots 300 \text{ s}$

$I_{>>} : 0,50 \dots 40,0 \times I_n$

$t_{>>} : 0,04 \dots 300 \text{ s}$



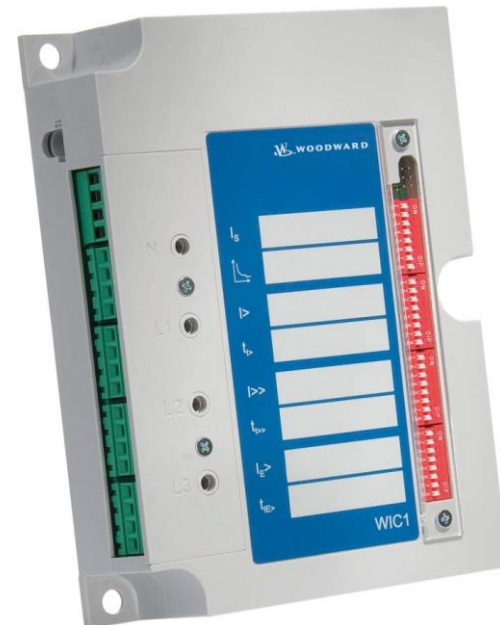
WIC 2 16 - 56

$I_{>} : 0.9 \text{ to } 2.5 \times I_s$

$t_{>} : 0.04\text{s to } 300 \text{ s}$

$I_{>>} : 1 \text{ to } 20 \times I_s$

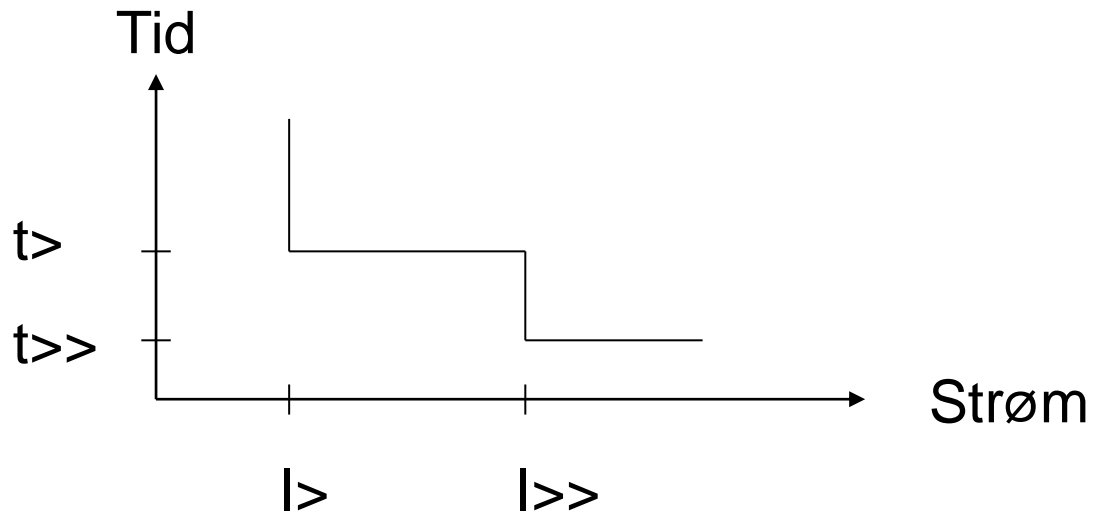
$t_{>>} : 0.04\text{s to } 3 \text{ s}$



Transformerstationer 10/0,4 kV

Relæstyret effektafbryder

Konstant tid



Transformerstationer 10/0,4 kV

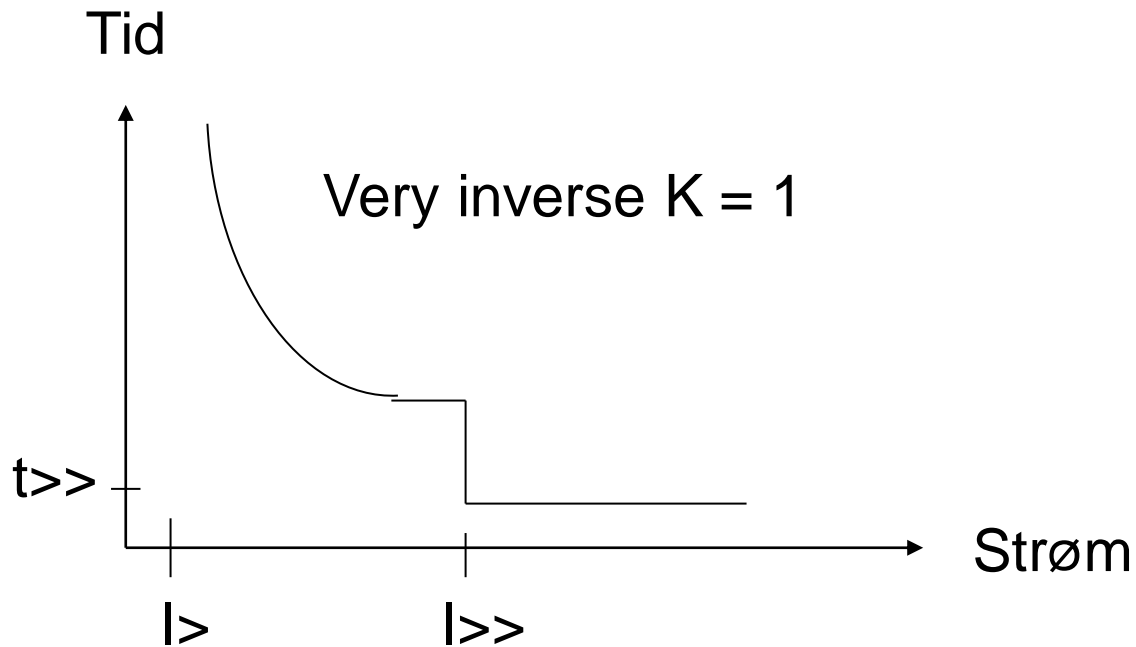
Konstant tid standardindstilling:

- $I_{>} \geq 1,2 \cdot I_{n1}$
- $t_{>} \leq t_{linie} - 0,2$
- $I_{>>} \geq 12 \cdot I_{n1} \Rightarrow t_{>>} \text{ kan vælge så lavt som muligt f.eks. 50 ms}$
- $I_{>>} < 12 \cdot I_{n1} \Rightarrow t_{>>} \text{ skal vælges mindst 0,1 s}$

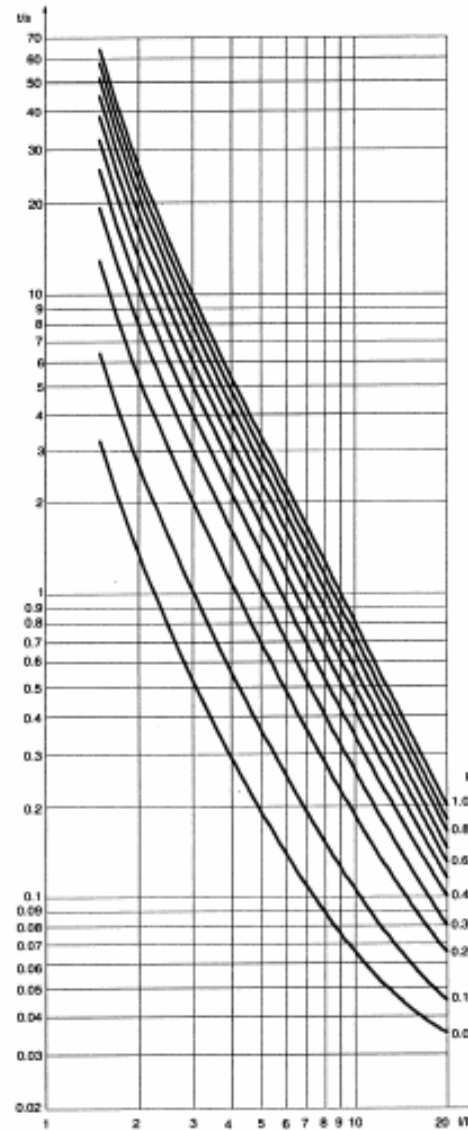
Transformerstationer 10/0,4 kV

Relæstyret effektafbryder

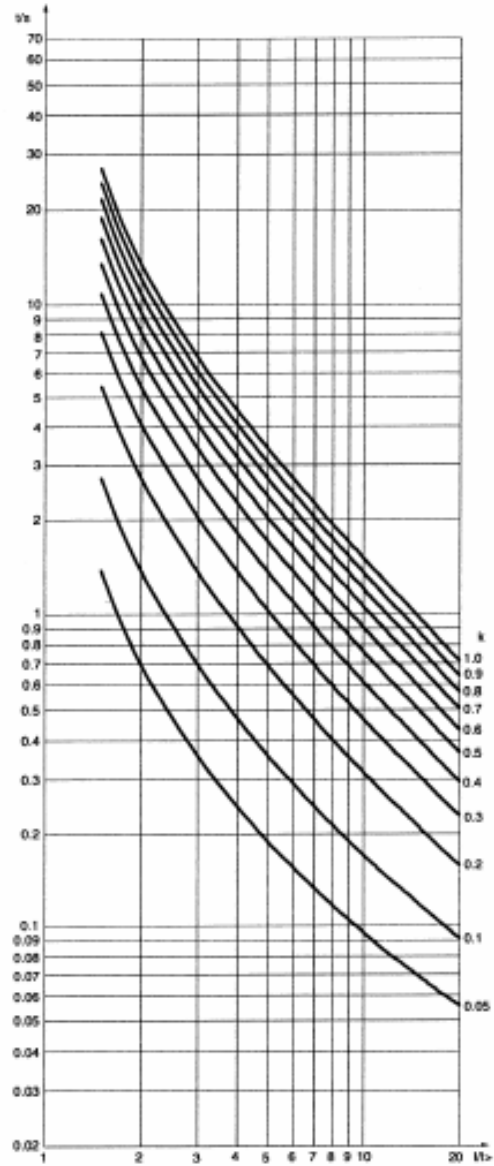
Strømafhengig



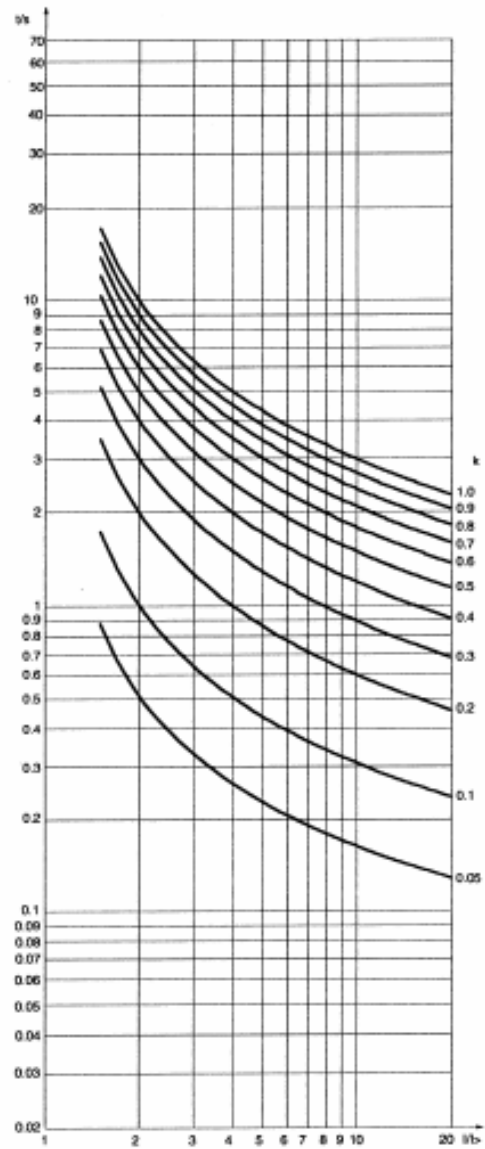
Extremely inverse



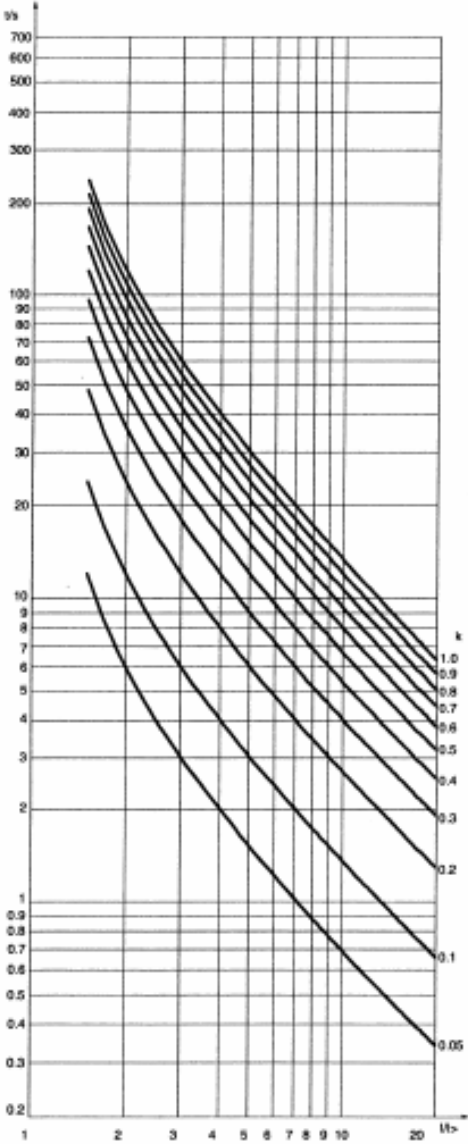
Very inverse



Normal inverse



Long time inverse



Transformerstationer 10/0,4 kV

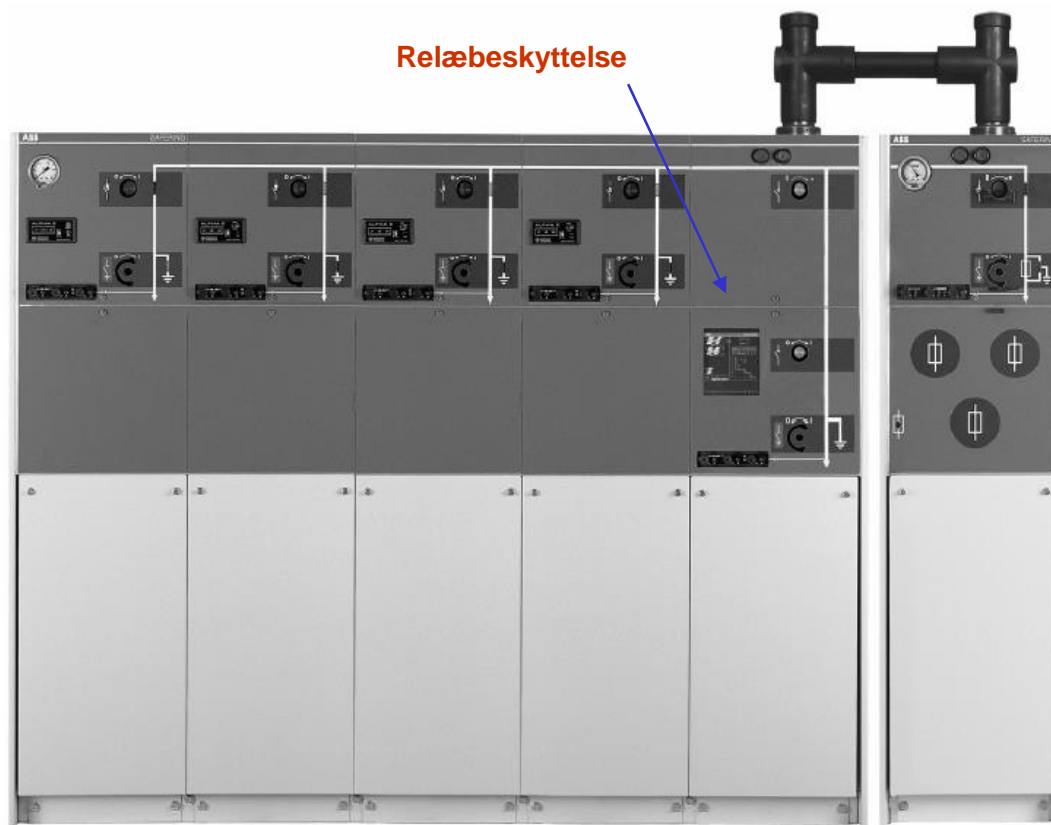
Strømafhengig standardindstilling:

- $I_{>} \geq I_{n1}$
- $t_{>}$ kan ikke indstilles, men forskellige kurveformer kan vælges
- $I_{>>} \geq 12 \cdot I_{n1} \Rightarrow t_{>>}$ kan vælge så lavt som muligt f.eks. 50 ms
- $I_{>>} < 12 \cdot I_{n1} \Rightarrow t_{>>}$ skal vælges mindst 0,1 s

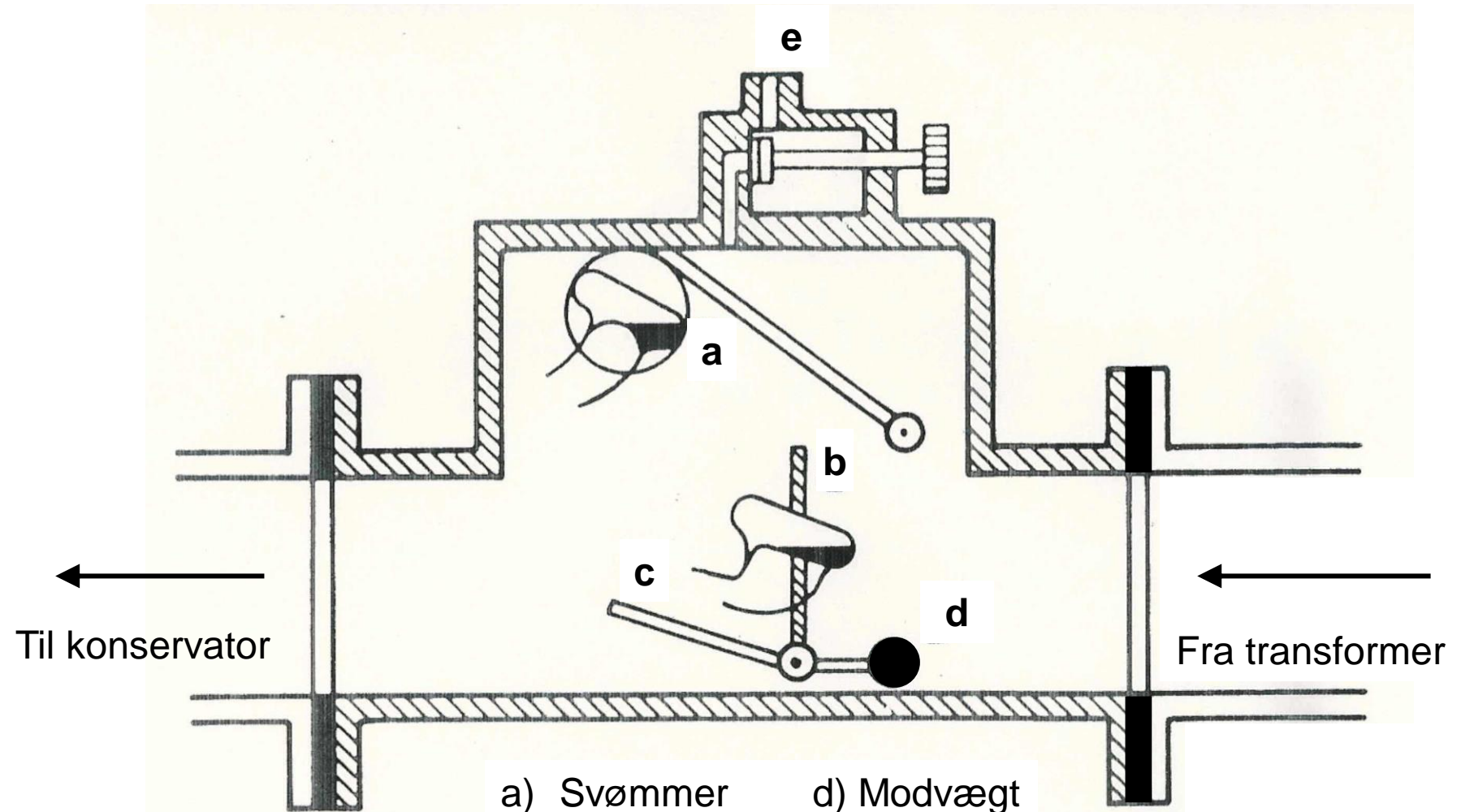
Effekt afbryder med relæ



Safe Plus felter



Buchholzrelæ princip



a) Svømmer

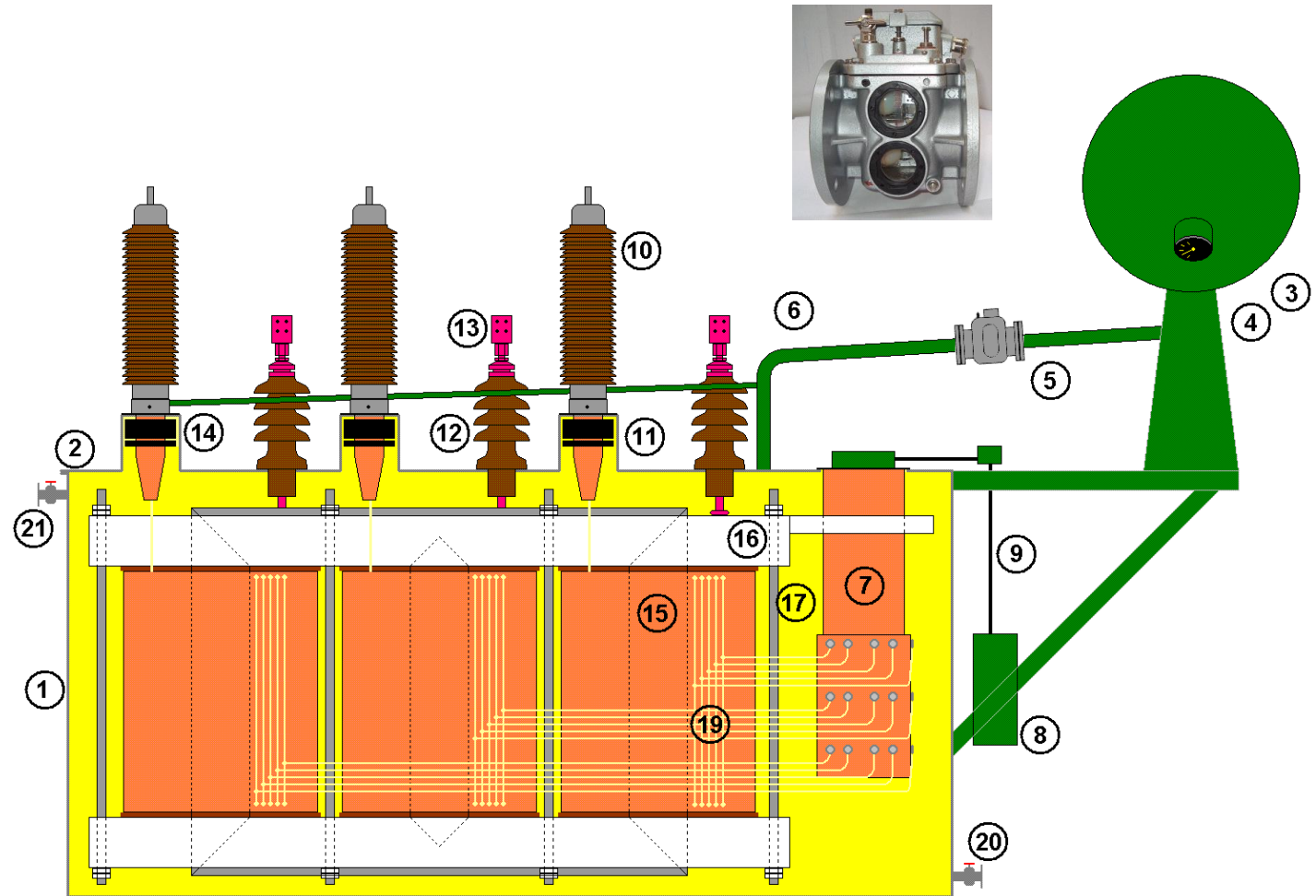
d) Modvægt

b) Skærm

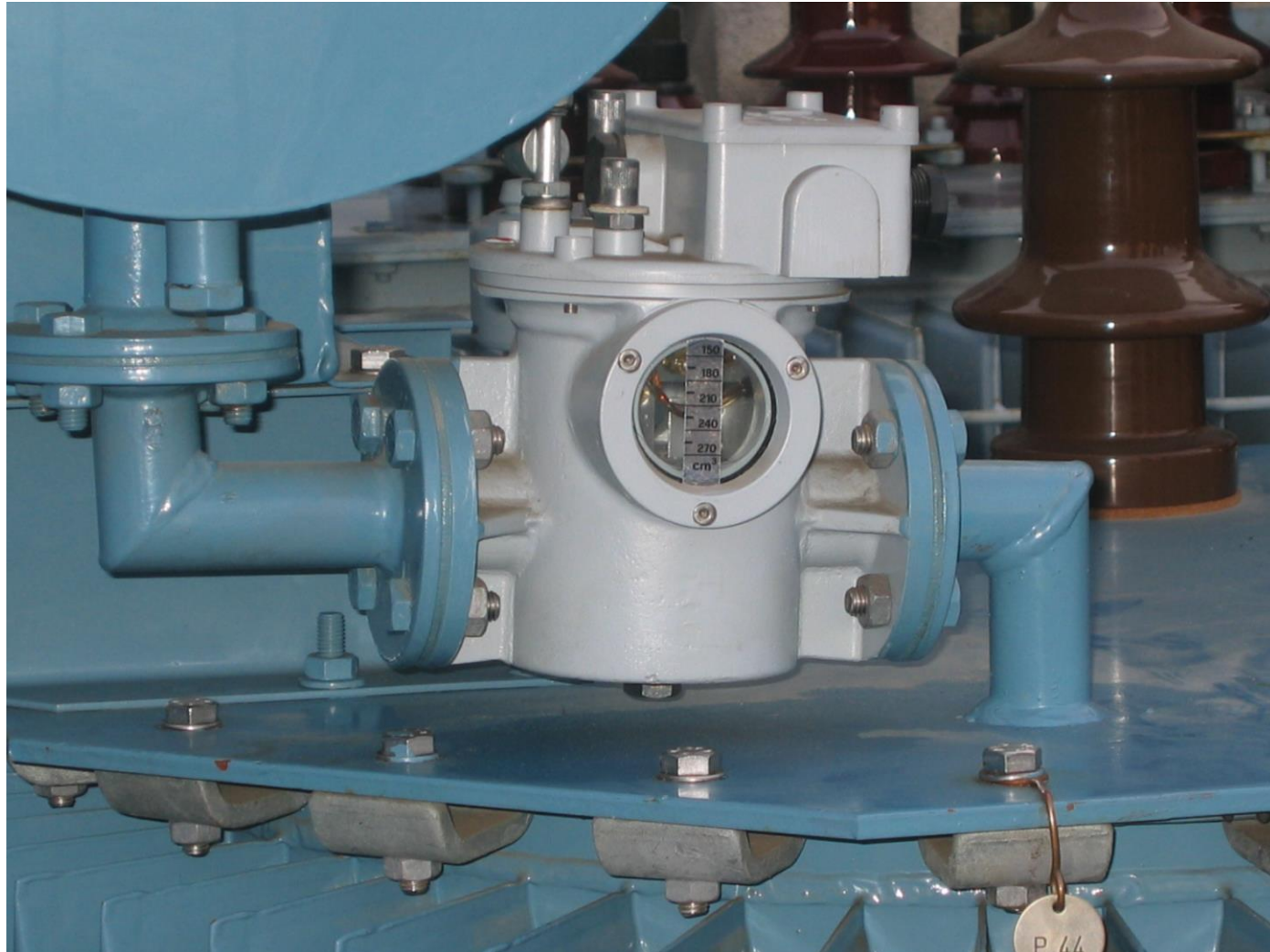
e) Ventil

c) Arm

Buchholzrelæ



Buchholzrelæ



Temperatur

