

Hradicí tlumivky NN



Technické parametry

| | |
|---------------------------------|--|
| Normy | IEC EN 60076-6, IEC EN 61558-2-20 |
| Jmenovité napětí | 400 - 800 V / 50 Hz |
| Jmenovitý výkon | 1 - 100 kvar |
| Tolerance indukčnosti | -5 / +5 % |
| Činitel zatlumení | 5,67 %, 7 %, 14 % |
| Rezonanční frekvence | 210 Hz, 189 Hz, 134 Hz |
| Teplotní kategorie | F (155 °C) |
| Teplota okolí | 40 °C |
| Předpokládaná životnost | > 200 000 hodin |
| Stupeň krytí | IP 00 |
| Izolace (vinutí – jádro) | 3 kV |
| Max. relativní vlhkost | 95 % |
| Max. nadmořská výška | 4 000 m |
| Chlazení | přirozené vzduchem nebo nucené |
| Konstrukce | třífázové, železné jádro s více vzduchovými mezerami |
| Materiál vinutí | měď, hliník |
| Impregnant | polyesterová (epoxidová) pryskyřice |
| Ochranný prvek | teplotní čidlo (Al-130°C, Cu-90°C) |
| Svorky | svorkovnice, kabelová oka, hliníkové přípojnice |

Aplikace

Časté používání výkonových elektronických součástek s nelineárním zatížením vede k harmonickému zkreslení v elektrickém systému. Toto nesinusové zatížení způsobuje zvýšení efektivní hodnoty proudu kondenzátorů a dalších komponent a také zvyšuje pravděpodobnost rezonance kondenzátoru s induktivní zátěží. To může nakonec vést k problémům a chybám v instalaci. Řešením je použít hradicí (filtrační) tlumivky, které tvoří sériový rezonanční obvod s kondenzátory. Tento hrazený systém chrání instalaci před rezonancí a také pracuje jako filtr vyšších harmonických. Obvykle je doporučeno použít hradicí tlumivky na celkové napěťové zkreslení (THD-U) vyšší než 3 %.

Konstrukce

Hradicí tlumivky jsou vyráběny z vysokojakostních, nízkoztrátových transformátorových plechů s vinutím z měděného drátu nebo hliníkového pásu. Jádro je konstruováno s více vzduchovými mezerami pro zajištění vysoké proudové linearity a nízkých teplotních ztrát. Jsou impregnovány vysoce kvalitní epoxidovou pryskyřicí, která zajišťuje dobrou izolaci, malou hlučnost a dlouhou životnost. Tlumivky jsou vybaveny tepelnou ochranou, která zabraňuje přehřátí. Tlumivky s nižším jmenovitým výkonem jsou konstruovány s vinutím z měděného drátu a vývody přes svorkovnici nebo kabelová oka. Vinutí tlumivek s vyššími jmenovitými výkony je z hliníkového pásu a jako vývody jsou hliníkové přípojnice (měděné vývody jsou možné na vyžádání).

Výpočet výkonu tlumivky

Značení typu tlumivky je dle výkonu hrazeného systému Q_{LC}

Q_C - jmenovitý výkon kondenzátoru

Q_{LC} - jmenovitý výkon hrazeného systému (kondenzátor + tlumivka)

$$p = 7 \% \quad U_N = 400 V$$

| Q_{LC} (kvar) | Q_C (kvar) | C_N | Typ | L_N (mH) | I_N (A) | m (kg) | WxDxH (mm) |
|-----------------|--------------|---------|-----------------|------------|-----------|--------|-----------------|
| 44,4 | 60,0 | 3 x 274 | TK-44,4-189-400 | 0,86 | 64,1 | 23 | 255 x 185 x 215 |
| 50 | 66,6 | 3 x 308 | TK-50-189-400 | 0,77 | 72,0 | 23 | 255 x 185 x 215 |

Více informací naleznete v kapitole "Párování komponent" na stranách 22-23.

Základní pojmy a definice

EFEKTIVNÍ PROUD

Efektivní proudová zátěž nepřetržitě pracující tlumivky se počítá z proudu o síťové frekvenci a superponovaných harmonických:

$$I_{rms} = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + \dots + I_{13}^2}$$

Proud o síťové frekvenci je uvažován s navýšením 10 %. Tento předpoklad plyne z napěťové tolerance elektrické distribuční sítě:

$$I_1 = 1,1 \cdot I_N$$

Povolené vyšší harmonické v distribuční síti pro nepřetržitý provoz:

$$U_3 = 0,5 \% U_N$$

$$U_5 = 6 \% U_N$$

$$U_7 = 5 \% U_N$$

$$U_{11} = 3,5 \% U_N$$

$$U_{13} = 3 \% U_N$$

KOEFICIENT ZATLUMENÍ

Poměr reaktance tlumivky X_L a reaktance kondenzátoru X_C se nazývá koeficient zatlumení:

$$p = \frac{X_L}{X_C}$$

SÉRIOVÁ REZONANČNÍ FREKVENCE

Sériová rezonanční frekvence je důležitým parametrem při určování filtračního efektu tlumivky s kondenzátorem. Lze ji vypočítat ze síťové frekvence a koeficientu zatlumení:

$$f_r = f_N \cdot \sqrt{\frac{100}{p}}$$

PROUDOVÁ LINEARITA

Proudová linearita I_{lin} určuje maximální proud, do kterého neklesne indukčnost tlumivky o více než 5 %.

STANDARDNÍ PARAMETRY TLUMIVEK

| f_N (Hz) | p (%) | f_r (Hz) | I_{lin} (x I_N) |
|------------|-------|------------|----------------------|
| 50 | 5,67 | 210 | 2 |
| 50 | 7 | 189 | 1,6 |
| 50 | 14 | 134 | 1,38 |

NAPĚTÍ KONDENZÁTORU

Sériové zapojení tlumivky s kondenzátorem způsobí nárůst napětí na svorkách kondenzátoru. Z tohoto důvodu je nutné používat kondenzátory dimenzované tak, aby odolaly minimálně napětí vypočítanému vztahem:

$$U_C = \frac{U_N}{\left(1 - \frac{p}{100}\right)}$$

Tolerance elektrické distribuční sítě v Česku, která má napěťovou hladinou 400 V, je ± 10 %. Běžně jsou měřeny hodnoty napětí 415 - 430 V. Z tohoto důvodu doporučujeme používat kondenzátory na vyšší napětí, než je jmenovité napětí sítě.

RECOMMENDED CAPACITORS

| U_N (V) | p (%) | U_C (V) |
|-----------|-------|-----------|
| 400 | 5,67 | 480 |
| 400 | 7 | 480 |
| 400 | 14 | 525 |

p = 7 % U_N = 400 V

| Q _{LC} (kvar) | C _N (Δ) (μF) | Typ | L _N (mH) | I _N (A) | m (kg) | Ztráty (W) | WxDxH (mm) | Design |
|------------------------|-------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------|------------|-----------------|--------|
| 2,8 | 3 x 17,3 | TK-2,8-189-400 | 13,7 | 4,0 | 4,5 | 36 | 150 x 90 x 155 | 1 |
| 4,4 | 3 x 27,4 | TK-4,4-189-400 | 8,63 | 6,4 | 4,5 | 40 | 150 x 90 x 155 | 1 |
| 5 | 3 x 30,8 | TK-5-189-400 | 7,67 | 7,2 | 4,5 | 47 | 150 x 90 x 155 | 1 |
| 5,6 | 3 x 34,4 | TK-5,6-189-400 | 6,90 | 8,0 | 4,5 | 46 | 150 x 90 x 155 | 1 |
| 6,25 | 3 x 38,6 | TK-6,25-189-400 | 6,13 | 9,0 | 5,0 | 39 | 150 x 90 x 155 | 1 |
| 7,5 | 3 x 46,3 | TK-7,5-189-400 | 5,11 | 10,8 | 7,5 | 39 | 180 x 90 x 180 | 1 |
| 8,9 | 3 x 54,8 | TK-8,9-189-400 | 4,31 | 12,8 | 7,5 | 48 | 180 x 90 x 180 | 1 |
| 10 | 3 x 61,7 | TK-10-189-400 | 3,83 | 14,4 | 7,5 | 55 | 180 x 100 x 180 | 1 |
| 11,1 | 3 x 69,0 | TK-11,1-189-400 | 3,45 | 16,0 | 8,5 | 52 | 180 x 100 x 180 | 1 |
| 12,5 | 3 x 76,8 | TK-12,5-189-400 | 3,07 | 18,0 | 11 | 55 | 180 x 110 x 180 | 1 |
| 15 | 3 x 92,5 | TK-15-189-400 | 2,56 | 21,7 | 11 | 67 | 180 x 110 x 180 | 1 |
| 17,8 | 3 x 110 | TK-17,8-189-400 | 2,16 | 25,7 | 11 | 87 | 180 x 110 x 180 | 1 |
| 20 | 3 x 124 | TK-20-189-400 | 1,92 | 28,8 | 13 | 97 | 240 x 160 x 160 | 2 |
| 22,2 | 3 x 137 | TK-22,2-189-400 | 1,73 | 32,1 | 13 | 107 | 240 x 160 x 160 | 2 |
| 2x22,2 | 2 x 3 x 137 | TK-2x22,2-189-400 | 1,73 | 32,1 | 25 | 207 | 240 x 160 x 290 | 3 |
| 25 | 3 x 154 | TK-25-189-400 | 1,54 | 36,0 | 13 | 136 | 240 x 160 x 160 | 2 |
| 2x25 | 2 x 3 x 154 | TK-2x25-189-400 | 1,54 | 36,0 | 25 | 253 | 240 x 160 x 290 | 3 |
| 26,7 | 3 x 165 | TK-26,7-189-400 | 1,44 | 38,4 | 17 | 112 | 255 x 165 x 195 | 2 |
| 30 | 3 x 183 | TK-30-189-400 | 1,28 | 43,3 | 17 | 124 | 255 x 165 x 195 | 2 |
| 35,5 | 3 x 219 | TK-35,5-189-400 | 1,08 | 51,3 | 18 | 142 | 255 x 165 x 195 | 2 |
| 40 | 3 x 248 | TK-40-189-400 | 0,96 | 57,8 | 23 | 147 | 255 x 185 x 215 | 2 |
| 44,4 | 3 x 274 | TK-44,4-189-400 | 0,86 | 64,1 | 23 | 150 | 255 x 185 x 215 | 2 |
| 2x44,4 | 2 x 3 x 274 | TK-2x44,4-189-400 | 0,86 | 64,1 | 40 | 288 | 255 x 185 x 380 | 3 |
| 50 | 3 x 308 | TK-50-189-400 | 0,77 | 72,1 | 23 | 172 | 255 x 185 x 215 | 2 |
| 2x50 | 2 x 3 x 308 | TK-2x50-189-400 | 0,77 | 72,1 | 40 | 335 | 255 x 185 x 380 | 3 |
| 55 | 3 x 330 | TK-55-189-400 | 0,70 | 79,4 | 26 | 191 | 285 x 185 x 235 | 2 |
| 60 | 3 x 366 | TK-60-189-400 | 0,64 | 86,6 | 26 | 219 | 285 x 185 x 235 | 2 |
| 66,7 | 3 x 412 | TK-66,7-189-400 | 0,58 | 96,2 | 31 | 218 | 310 x 190 x 255 | 2 |
| 70 | 3 x 438 | TK-70-189-400 | 0,55 | 101 | 31 | 240 | 310 x 190 x 255 | 2 |
| 75 | 3 x 463 | TK-75-189-400 | 0,51 | 108 | 34 | 203 | 310 x 190 x 255 | 2 |
| 80 | 3 x 492 | TK-80-189-400 | 0,48 | 115 | 34 | 237 | 310 x 190 x 255 | 2 |
| 88,9 | 3 x 548 | TK-88,9-189-400 | 0,43 | 128 | 34 | 240 | 310 x 190 x 255 | 2 |
| 90 | 3 x 555 | TK-90-189-400 | 0,43 | 130 | 34 | 250 | 310 x 190 x 255 | 2 |
| 100 | 3 x 616 | TK-100-189-400 | 0,38 | 144 | 34 | 274 | 310 x 190 x 255 | 2 |

p = 14 % U_N = 400 V

| Q _{LC} (kvar) | C _N (Δ) (μF) | Typ | L _N (mH) | I _N (A) | m (kg) | Ztráty (W) | WxDxH (mm) | Design |
|------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------|------------|-----------------|--------|
| 5 | 3 x 28,7 | TK-5-134-400 | 16,6 | 7,2 | 12 | 49 | 180 x 125 x 180 | 1 |
| 6,25 | 3 x 34,5 | TK-6,25-134-400 | 13,3 | 9,0 | 13 | 49 | 180 x 125 x 180 | 1 |
| 10 | 3 x 57,6 | TK-10-134-400 | 8,29 | 14,4 | 13 | 86 | 180 x 125 x 180 | 1 |
| 12,5 | 3 x 69,1 | TK-12,5-134-400 | 6,63 | 18,0 | 17 | 92 | 225 x 125 x 180 | 1 |
| 15 | 3 x 84,7 | TK-15-134-400 | 5,53 | 21,7 | 17 | 114 | 225 x 125 x 180 | 1 |
| 20 | 3 x 115 | TK-20-134-400 | 4,15 | 28,9 | 24 | 115 | 285 x 185 x 215 | 2 |
| 25 | 3 x 144 | TK-25-134-400 | 3,32 | 36,1 | 24 | 159 | 285 x 185 x 215 | 2 |
| 30 | 3 x 173 | TK-30-134-400 | 2,76 | 43,3 | 24 | 202 | 285 x 185 x 215 | 2 |
| 40 | 3 x 230 | TK-40-134-400 | 2,07 | 57,7 | 36 | 130 | 330 x 190 x 255 | 2 |
| 50 | 3 x 286 | TK-50-134-400 | 1,66 | 72,2 | 36 | 257 | 330 x 190 x 255 | 2 |
| 60 | 3 x 345 | TK-60-134-400 | 1,38 | 86,6 | 40 | 269 | 350 x 190 x 255 | 2 |
| 75 | 3 x 438 | TK-75-134-400 | 1,11 | 108,3 | 40 | 372 | 350 x 190 x 255 | 2 |

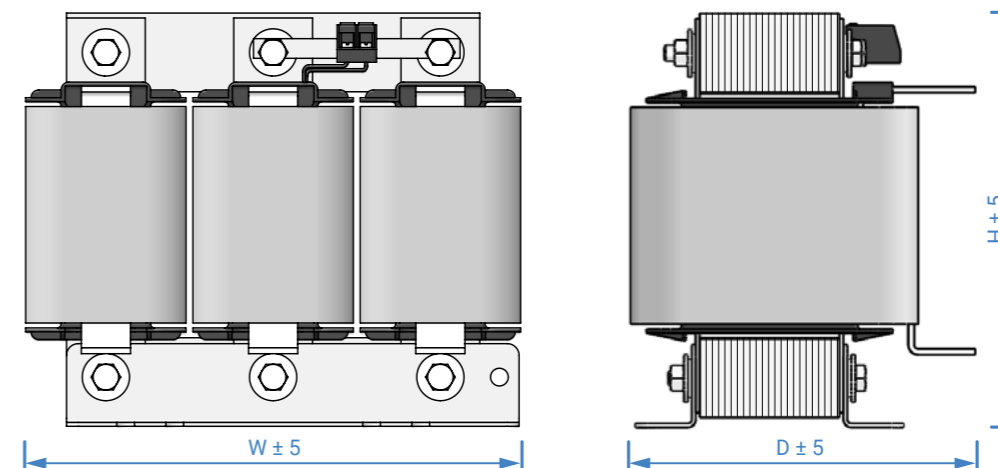
p = 5,67 % U_N = 400 V

| Q _{LC} (kvar) | C _N (Δ) (μF) | Typ | L _N (mH) | I _N (A) | m (kg) | Ztráty (W) | WxDxH (mm) | Design |
|------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------|------------|-----------------|--------|
| 6,25 | 3 x 39,0 | TK-6,25-210-400 | 4,90 | 9,0 | 7 | 38 | 180 x 90 x 180 | 1 |
| 12,5 | 3 x 76,8 | TK-12,5-210-400 | 2,45 | 18,0 | 10 | 71 | 180 x 110 x 180 | 1 |
| 15 | 3 x 93,8 | TK-15-210-400 | 2,04 | 21,7 | 10 | 92 | 180 x 110 x 180 | 1 |
| 20 | 3 x 125 | TK-20-210-400 | 1,53 | 28,9 | 12 | 87 | 240 x 160 x 160 | 2 |
| 25 | 3 x 154 | TK-25-210-400 | 1,23 | 36,1 | 12 | 120 | 240 x 160 x 160 | 2 |
| 30 | 3 x 183 | TK-30-210-400 | 1,02 | 43,3 | 17 | 119 | 255 x 165 x 195 | 2 |
| 40 | 3 x 246 | TK-40-210-400 | 0,77 | 57,7 | 21 | 143 | 255 x 185 x 215 | 2 |
| 50 | 3 x 308 | TK-50-210-400 | 0,61 | 72,2 | 22 | 177 | 255 x 185 x 215 | 2 |
| 60 | 3 x 366 | TK-60-210-400 | 0,51 | 86,6 | 31 | 193 | 310 x 190 x 225 | 2 |
| 75 | 3 x 462 | TK-75-210-400 | 0,41 | 108,3 | 32 | 207 | 310 x 190 x 225 | 2 |

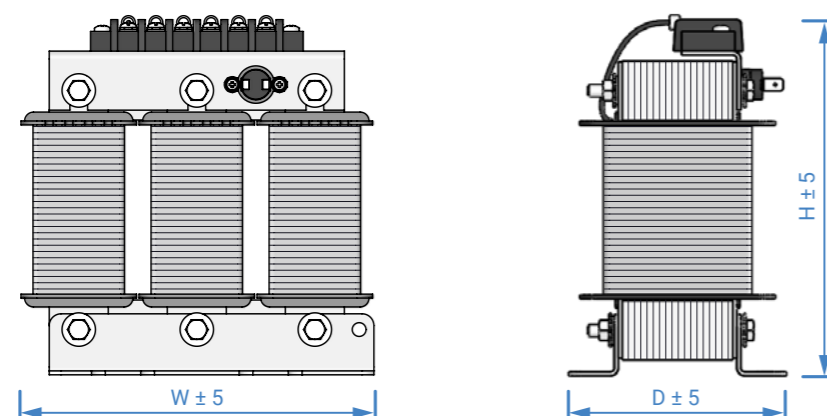
$p = 7\%$ $U_N = 690\text{ V}$

| Q_{Lc} (kvar) | C_N (Δ) (μF) | Typ | L_N (mH) | I_N (A) | m (kg) | Ztráty (W) | WxDxH (mm) | Design |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------|------------|-----------|--------|------------|-----------------|--------|
| 6,25 | 3 x 13,0 | TK-6,25-189-690 | 18,3 | 5,2 | 8 | 29 | 180 x 90 x 180 | 1 |
| 12,5 | 3 x 25,9 | TK-12,5-189-690 | 9,13 | 10,5 | 13 | 54 | 180 x 125 x 180 | 1 |
| 15 | 3 x 31,1 | TK-15-189-690 | 7,61 | 12,6 | 13 | 69 | 180 x 125 x 180 | 1 |
| 25 | 3 x 51,8 | TK-25-189-690 | 4,56 | 20,9 | 16 | 101 | 225 x 125 x 180 | 1 |
| 30 | 3 x 62,2 | TK-30-189-690 | 3,80 | 25,1 | 24 | 94 | 285 x 185 x 215 | 2 |
| 40 | 3 x 82,9 | TK-40-189-690 | 2,85 | 33,5 | 24 | 128 | 285 x 185 x 215 | 2 |
| 50 | 3 x 104 | TK-50-189-690 | 2,28 | 41,8 | 24 | 180 | 285 x 185 x 215 | 2 |
| 60 | 3 x 124 | TK-60-189-690 | 1,90 | 50,2 | 25 | 191 | 285 x 185 x 215 | 2 |
| 75 | 3 x 155 | TK-75-189-690 | 1,52 | 62,8 | 35 | 197 | 330 x 190 x 255 | 2 |

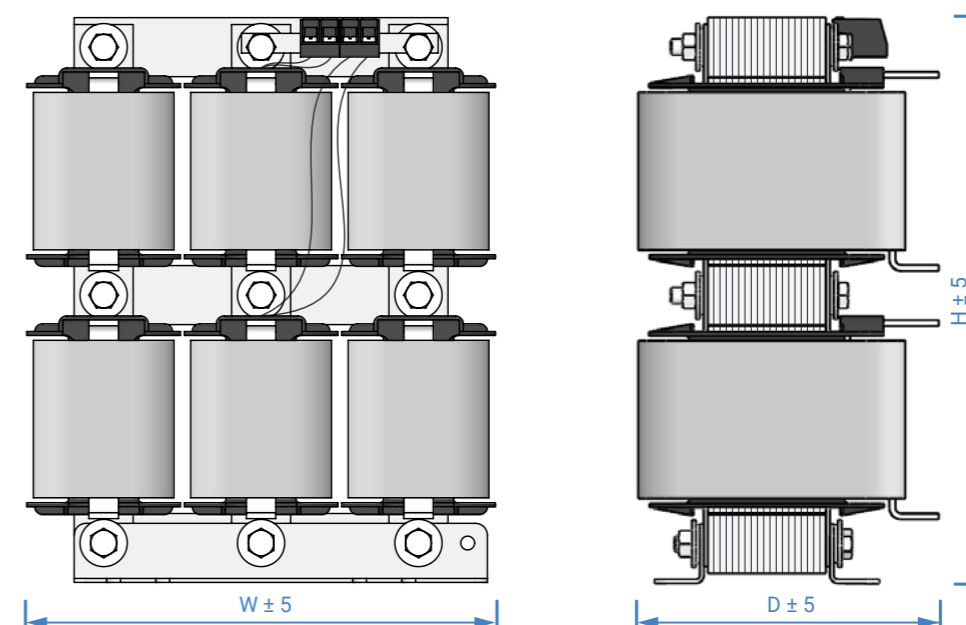
| Design | 1 | 2 | 3 |
|----------|-------------|----------------------|----------------------|
| Terminál | svorkovnice | hliníková přípojnice | hliníková přípojnice |



Design 2



Design 1



Design 3