

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| KONDENSATORY TRÓJFAZOWE NISKIEGO NAPIĘCIA LPC          | 588 |
| STYCZNIKI KONDENSATOROWE CEM CN                        | 595 |
| REGULATORY WSPÓŁCZYNNIKA MOCY PFC                      | 597 |
| DŁAWIKI INDUKCYJNE DO FILTRACJI WYŻSZYCH HARMONICZNYCH | 599 |

## APARATY DO KOMPENSACJI MOCY BIERNEJ



## Kondensatory trójfazowe niskiego napięcia LPC

Napięcie znamionowe: 400-525V, 50Hz (60Hz na zamówienie)

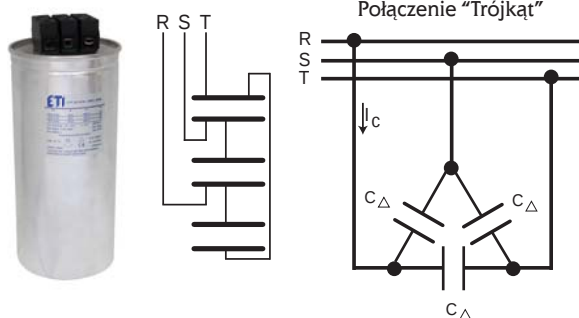
Moc znamionowa: 1-50kVAr

### ZASTOSOWANIE

Kondensatory LPC są stosowane do kompensacji mocy biernej odbiorników indukcyjnych (transformatorów, silników elektrycznych, prostowników, lamp fluorescencyjnych i innych odbiorników przemysłowych) indywidualnie oraz jako montowane w automatycznych systemach baterii kondensatorowych.

### OPIS

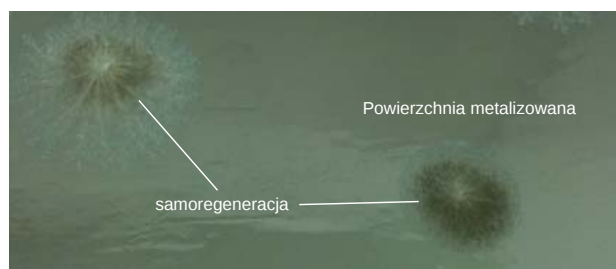
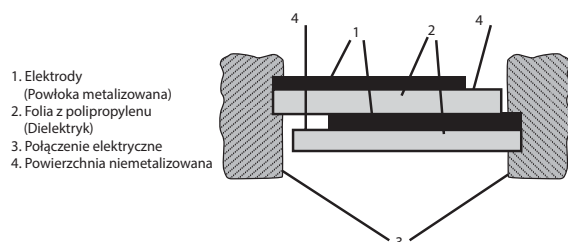
Kondensatory LPC są produkowane z niskostratnej, samoregenerującej metalizowanej folii polipropylenowej. Kondensatory typu suchego są wypełnione ekologicznie nietoksyczną żywicą polipropylenową zapewniającą doskonałe właściwości rozpraszania ciepła. Kondensatory te są montowane w aluminiowych pojemnikach zawierających rozłączniki nadciśnieniowe. Posiadają dwa rodzaje zacisków: dla kondensatorów o mocy do 5kVAr - złącze konektorowe, dla wyższych wartości - ponad 5kVAr - zaciski śrubowe.



### ZALETY:

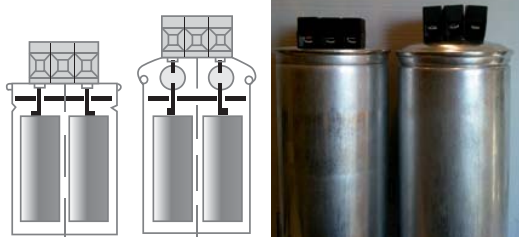
#### Samoregenerujące

Folia z propylenu samoregenerująca oznacza, że łuk elektryczny nie spowoduje zwarcia pomiędzy okładzinami a tylko spowoduje odparowanie metalu, który otacza punkt uszkodzenia. W ten sposób izolacja pomiędzy okładzinami jest naprawiana w każdym punkcie przebicia. Po samoregeneracji kondensator może nadal pracować w normalnych warunkach z pojemnością niższą o ok. 100 pF.



#### Rozłącznik nadciśnieniowy

Aby uniknąć problemów spowodowanych przepięciami, wyższymi harmonicznymi, wysoką temperaturą itp. kondensatory zostały wyposażone w wewnętrzny rozłącznik nadciśnieniowy. Kiedy pokrywa zacisków zniekształca się, to wewnętrzne połączenia zostają przerwane co powoduje odłączenie kondensatora.



#### Rezystor rozładowczy

W czasie przenoszenia kondensatorów należy wziąć pod uwagę kilka środków bezpieczeństwa. Kiedy kondensator jest odłączony od napięcia to ciągle pozostaje naładowany napięciem zasilania. Jeżeli zaciski kondensatora zostaną zwarte lub dotknięte to może dojść do niebezpieczeństwa spowodowanego gwałtownym rozładowaniem kondensatora. Normy PN-EN-61048 i PN-EN-60252 wymagają, aby kondensatory były wyposażone w sygnalizację świetlną lub rezystory rozładowcze aby po odłączeniu napięcia zasilającego, napięcie na zaciskach kondensatora utrzymywało się na poziomie 50V w ciągu 60 sekund. Podobnie kondensatory trójfazowe muszą być wyposażone w rezystory rozładowcze, które gwarantują obniżenie napięcia na zaciskach kondensatora do poziomu 75V w ciągu 3 minut. Wymaga tego norma EN-60831-1/2.

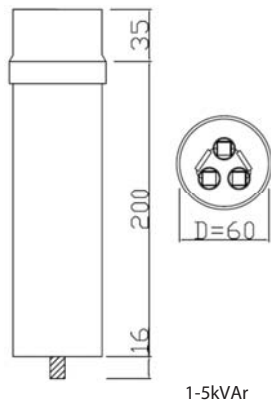


$$U_{(t)} = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

Kondensatory trójfazowe

Kondensatory trójfazowe niskiego napięcia LPC

| Napięcie znamionowe (Un) | Typ                      | Nr kodowy | Moc znamionowa (kVar) | Pojemność znamionowa (μF) | Prąd znamionowy (A) | D (średnica) x H (Wysokość) | Typ zacisku | Waga (kg) | Pakowanie (szt.) |
|--------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------|-----------|------------------|
| 400                      | LPC 1 kVar, 400V, 50Hz   | 004656700 | 1                     | 3 x 6,6                   | 1,4                 | 60x200                      | Konektorowy | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 1.5 kVar, 400V, 50Hz | 004656701 | 1,5                   | 3 x 9,9                   | 2,2                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 2.5 kVar, 400V, 50Hz | 004656702 | 2,5                   | 3 x 16,6                  | 3,6                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 3 kVar, 400V, 50Hz   | 004656703 | 3                     | 3 x 19,9                  | 4,3                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 4 kVar, 400V, 50Hz   | 004656704 | 4                     | 3 x 26,5                  | 5,8                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 5 kVar, 400V, 50Hz   | 004656705 | 5                     | 3 x 33,2                  | 7,2                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
| 440                      | LPC 2.5 kVar, 440V, 50Hz | 004656710 | 2,5                   | 3 x 13,7                  | 3,3                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 3 kVar, 440V, 50Hz   | 004656711 | 3                     | 3 x 16,4                  | 3,9                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 4 kVar, 440V, 50Hz   | 004656712 | 4                     | 3 x 21,9                  | 5,2                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 5 kVar, 440V, 50Hz   | 004656713 | 5                     | 3 x 27,4                  | 6,6                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 2.5 kVar, 460V, 50Hz | 004656720 | 2,5                   | 3 x 12,5                  | 3,1                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
| 460                      | LPC 3 kVar, 460V, 50Hz   | 004656721 | 3                     | 3 x 15,0                  | 3,8                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 4 kVar, 460V, 50Hz   | 004656722 | 4                     | 3 x 20,1                  | 5,0                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 5 kVar, 460V, 50Hz   | 004656723 | 5                     | 3 x 25,1                  | 6,3                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 2.5 kVar, 480V, 50Hz | 004656730 | 2,5                   | 3 x 11,5                  | 3,0                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
| 480                      | LPC 3 kVar, 480V, 50Hz   | 004656731 | 3                     | 3 x 13,8                  | 3,6                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 4 kVar, 480V, 50Hz   | 004656732 | 4                     | 3 x 18,4                  | 4,8                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 5 kVar, 480V, 50Hz   | 004656733 | 5                     | 3 x 23,0                  | 6,0                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 2.5 kVar, 525V, 50Hz | 004656740 | 2,5                   | 3 x 9,6                   | 2,7                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
| 525                      | LPC 3 kVar, 525V, 50Hz   | 004656741 | 3                     | 3 x 11,5                  | 3,3                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 4 kVar, 525V, 50Hz   | 004656742 | 4                     | 3 x 15,4                  | 4,4                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |
|                          | LPC 5 kVar, 525V, 50Hz   | 004656743 | 5                     | 3 x 19,2                  | 5,5                 | 60x200                      |             | 0,75      | 1                |



| Wymiary<br>D x H (mm) | Zacisk<br>ø |
|-----------------------|-------------|
| 60 x 200              | FAD 6,3     |
| Typ przewodu          | 1 kV-RV     |



| Kondensatory trójfazowe niskiego napięcia LPC |                           |           |                       |                           |                     |                             |             |           |                  |
|-----------------------------------------------|---------------------------|-----------|-----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------|-----------|------------------|
| Napięcie znamionowe (Un)                      | Typ                       | Nr kodowy | Moc znamionowa (kVar) | Pojemność znamionowa (μF) | Prąd znamionowy (A) | D (średnica) x H (Wysokość) | Typ zacisku | Waga (kg) | Pakowanie (szt.) |
| 400                                           | LPC 10 kVar, 400V, 50Hz   | 004656750 | 10                    | 3 x 66,3                  | 14,4                | 85x215                      | Śrubowy     | 1,6       | 1                |
|                                               | LPC 12.5 kVar, 400V, 50Hz | 004656751 | 12,5                  | 3 x 82,9                  | 18,0                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 15 kVar, 400V, 50Hz   | 004656752 | 15                    | 3 x 99,5                  | 21,7                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 20 kVar, 400V, 50Hz   | 004656753 | 20                    | 3 x 132,6                 | 28,9                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 25 kVar, 400V, 50Hz   | 004656754 | 25                    | 3 x 165,8                 | 36,1                | 100x300                     |             | 2,9       | 1                |
|                                               | LPC 30 kVar, 400V, 50Hz   | 004656755 | 30                    | 3 x 198,9                 | 43,3                | 120x300                     |             | 3,9       | 1                |
|                                               | LPC 40 kVar, 400V, 50Hz   | 004656756 | 40                    | 3 x 265,3                 | 57,7                | 136x300                     |             | 5,1       | 1                |
|                                               | LPC 50 kVar, 400V, 50Hz   | 004656757 | 50                    | 3 x 331,6                 | 72,2                | 136x300                     |             | 5,1       | 1                |
| 440                                           | LPC 10 kVar, 440V, 50Hz   | 004656760 | 10                    | 3 x 54,8                  | 13,1                | 85x215                      |             | 1,6       | 1                |
|                                               | LPC 12.5 kVar, 440V, 50Hz | 004656761 | 12,5                  | 3 x 68,5                  | 16,4                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 15 kVar, 440V, 50Hz   | 004656762 | 15                    | 3 x 82,2                  | 19,7                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 20 kVar, 440V, 50Hz   | 004656763 | 20                    | 3 x 109,6                 | 26,2                | 100x300                     |             | 2,9       | 1                |
|                                               | LPC 25 kVar, 440V, 50Hz   | 004656764 | 25                    | 3 x 137,0                 | 32,8                | 100x300                     |             | 2,9       | 1                |
|                                               | LPC 30 kVar, 440V, 50Hz   | 004656765 | 30                    | 3 x 164,4                 | 39,4                | 120x300                     |             | 3,9       | 1                |
|                                               | LPC 40 kVar, 440V, 50Hz   | 004656766 | 40                    | 3 x 219,2                 | 52,5                | 136x300                     |             | 5,1       | 1                |
|                                               | LPC 50 kVar, 440V, 50Hz   | 004656767 | 50                    | 3 x 274,0                 | 65,6                | 136x300                     |             | 5,1       | 1                |
| 460                                           | LPC 10 kVar, 460V, 50Hz   | 004656770 | 10                    | 3 x 50,1                  | 12,6                | 85x215                      |             | 1,6       | 1                |
|                                               | LPC 12.5 kVar, 460V, 50Hz | 004656771 | 12,5                  | 3 x 62,7                  | 15,7                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 15 kVar, 460V, 50Hz   | 004656772 | 15                    | 3 x 75,2                  | 18,8                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 20 kVar, 460V, 50Hz   | 004656773 | 20                    | 3 x 100,3                 | 25,1                | 100x300                     |             | 2,9       | 1                |
|                                               | LPC 25 kVar, 460V, 50Hz   | 004656774 | 25                    | 3 x 125,4                 | 31,4                | 100x300                     |             | 2,9       | 1                |
|                                               | LPC 30 kVar, 460V, 50Hz   | 004656775 | 30                    | 3 x 150,4                 | 37,7                | 120x300                     |             | 3,9       | 1                |
|                                               | LPC 30.8 kVar, 460V, 50Hz | 004656776 | 30,8                  | 3 x 154,4                 | 38,7                | 120x300                     |             | 3,9       | 1                |
|                                               | LPC 40 kVar, 460V, 50Hz   | 004656777 | 40                    | 3 x 200,6                 | 50,2                | 136x300                     |             | 5,1       | 1                |
| 480                                           | LPC 50 kVar, 460V, 50Hz   | 004656778 | 50                    | 3 x 250,7                 | 62,8                | 136x300                     |             | 5,1       | 1                |
|                                               | LPC 10 kVar, 480V, 50Hz   | 004656780 | 10                    | 3 x 46,1                  | 12,0                | 85x215                      |             | 1,6       | 1                |
|                                               | LPC 12.5kVar, 480V, 50Hz  | 004656781 | 12,5                  | 3 x 57,6                  | 15,0                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 15 kVar, 480V, 50Hz   | 004656782 | 15                    | 3 x 69,1                  | 18,0                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 20 kVar, 480V, 50Hz   | 004656783 | 20                    | 3 x 92,1                  | 24,1                | 100x300                     |             | 2,9       | 1                |
|                                               | LPC 25 kVar, 480V, 50Hz   | 004656784 | 25                    | 3 x 115,1                 | 30,1                | 120x300                     |             | 3,9       | 1                |
|                                               | LPC 30 kVar, 480V, 50Hz   | 004656785 | 30                    | 3 x 138,2                 | 36,1                | 120x300                     |             | 3,9       | 1                |
|                                               | LPC 40 kVar, 480V, 50Hz   | 004656786 | 40                    | 3 x 184,2                 | 48,1                | 136x300                     |             | 5,1       | 1                |
| 525                                           | LPC 50 kVar, 480V, 50Hz   | 004656787 | 50                    | 3 x 230,3                 | 60,1                | 136x300                     |             | 5,1       | 1                |
|                                               | LPC 10 kVar, 525V, 50Hz   | 004656790 | 10                    | 3 x 38,5                  | 11,0                | 85x215                      |             | 1,6       | 1                |
|                                               | LPC 12.5kVar, 525V, 50Hz  | 004656791 | 12,5                  | 3 x 48,1                  | 13,7                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 15 kVar, 525V, 50Hz   | 004656792 | 15                    | 3 x 57,7                  | 16,5                | 100x215                     |             | 2,2       | 1                |
|                                               | LPC 20 kVar, 525V, 50Hz   | 004656793 | 20                    | 3 x 77,0                  | 22,0                | 100x300                     |             | 2,9       | 1                |
|                                               | LPC 25 kVar, 525V, 50Hz   | 004656794 | 25                    | 3 x 96,2                  | 27,5                | 100x300                     |             | 2,9       | 1                |
|                                               | LPC 30 kVar, 525V, 50Hz   | 004656795 | 30                    | 3 x 115,5                 | 33,0                | 120x300                     |             | 3,9       | 1                |
|                                               | LPC 40 kVar, 525V, 50Hz   | 004656796 | 40                    | 3 x 154,0                 | 44,0                | 136x300                     |             | 5,1       | 1                |
|                                               | LPC 50 kVar, 525V, 50Hz   | 004656797 | 50                    | 3 x 192,5                 | 55,0                | 136x300                     |             | 5,1       | 1                |



Kondensatory trójfazowe

| Wymiary<br>D x H (mm) | Przekrój przewodu<br>mm <sup>2</sup> |
|-----------------------|--------------------------------------|
| 70 x 215              | 2.5                                  |
| 85 x 215              | 6                                    |
| 100 x 215             | 10                                   |
| 100 x 300             | 10                                   |
| 120 x 300             | 25                                   |
| 136 x 300             | 50                                   |
| Typ przewodu          | 1 kV-RV                              |

10-50kVAr

| Dane techniczne                                  |                                                       |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Normy                                            | PN-IEC 60831-1/2, PN-EN 60831-1/2                     |
| Tolerancja pojemności                            | -5% +10%                                              |
| Częstotliwość znamionowa                         | 50Hz (60Hz na zamówienie)                             |
| Zakres temperatury pracy                         | -25°C ... +55°C                                       |
| Straty dielektryczne                             | ≤0.2 W/kVAr *                                         |
| Straty całkowite                                 | ≤0.45 W/kVAr                                          |
| Maks. dopuszczalne napięcie                      | 1,1 x Un                                              |
| Maks. dopuszczalny prąd                          | 1,5 x In                                              |
| Maks. współczynnik odkształceń THD w napięciu    | 2%                                                    |
| Maks. współczynnik odkształceń THD w prądzie     | 25%                                                   |
| Rozładowanie                                     | ≤ 3 min. do napięcia 75V                              |
| Połączenie                                       | Delta                                                 |
| Obudowa                                          | Cylinder aluminiowy                                   |
| Zabezpieczenia                                   | Nadciśnieniowe                                        |
| Dielektryk                                       | Metalizowana folia polipropylenowa - samoregenerująca |
| Napięcie testowania pomiędzy zaciskami           | 2,15 x Un w ciągu 2s.                                 |
| Napięcie testowania pomiędzy zaciskami a obudową | 3kV w ciągu 10s. AC                                   |
| Rodzaj zacisków                                  | Konektorowe                                           |
| Prąd uderowy (max.)                              | 200 x In                                              |
| Stopień ochrony                                  | IP 20                                                 |
| Max. wilgotność otoczenia                        | 95%                                                   |
| Max. wysokość montażu nad poziom morza           | 2000 m                                                |
| Moment dokręcania zacisków                       | ≤ 20 kVAr - 100 Ncm, ≥ 25kVAr - 250 Ncm               |

\* bez rezystorów

## Indywidualna poprawa współczynnika mocy silników niskiego napięcia

| Moc znamionowa silnika (kW) | Moc znamionowa kondensatora (kvar) z uwzględnieniem mocy silnika, prędkości obrotowej i obciążenia |                         |                        |                         |                        |                         |                        |                         |                        |                         |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|                             | 3000 obr. / min.                                                                                   |                         | 1500 obr. / min.       |                         | 1000 obr. / min.       |                         | 750 obr. / min.        |                         | 500 obr. / min.        |                         |
|                             | Brak obciążenia (kVar)                                                                             | Pełne obciążenie (kVar) | Brak obciążenia (kVar) | Pełne obciążenie (kVar) | Brak obciążenia (kVar) | Pełne obciążenie (kVar) | Brak obciążenia (kVar) | Pełne obciążenie (kVar) | Brak obciążenia (kVar) | Pełne obciążenie (kVar) |
| 5,5                         | 2,2                                                                                                | 2,9                     | 2,4                    | 3,3                     | 2,7                    | 3,6                     | 3,2                    | 4,3                     | 4                      | 5,2                     |
| 7,5                         | 3,4                                                                                                | 4,4                     | 3,6                    | 4,8                     | 4,1                    | 5,4                     | 4,6                    | 6,1                     | 5,5                    | 7,2                     |
| 11                          | 5                                                                                                  | 6,5                     | 5,5                    | 7,2                     | 6                      | 8                       | 7                      | 9                       | 7,5                    | 10                      |
| 15                          | 6,5                                                                                                | 8,5                     | 7                      | 9,5                     | 8                      | 10                      | 9                      | 12                      | 10                     | 13                      |
| 18,5                        | 8                                                                                                  | 11                      | 9                      | 12                      | 10                     | 13                      | 11                     | 15                      | 12                     | 16                      |
| 22                          | 10                                                                                                 | 12,5                    | 11                     | 13,5                    | 12                     | 15                      | 13                     | 16                      | 15                     | 19                      |
| 30                          | 14                                                                                                 | 18                      | 15                     | 20                      | 17                     | 22                      | 22                     | 25                      | 22                     | 28                      |
| 37                          | 18                                                                                                 | 24                      | 20                     | 27                      | 22                     | 30                      | 26                     | 34                      | 29                     | 39                      |
| 45                          | 19                                                                                                 | 28                      | 21                     | 31                      | 24                     | 34                      | 28                     | 38                      | 31                     | 43                      |
| 55                          | 22                                                                                                 | 34                      | 25                     | 37                      | 28                     | 41                      | 32                     | 46                      | 36                     | 52                      |
| 75                          | 28                                                                                                 | 45                      | 32                     | 49                      | 37                     | 54                      | 41                     | 60                      | 45                     | 68                      |
| 90                          | 34                                                                                                 | 54                      | 39                     | 59                      | 44                     | 65                      | 49                     | 72                      | 54                     | 83                      |
| 110                         | 40                                                                                                 | 64                      | 46                     | 70                      | 52                     | 76                      | 58                     | 85                      | 63                     | 98                      |
| 132                         | 45                                                                                                 | 72                      | 53                     | 80                      | 60                     | 87                      | 67                     | 97                      | 75                     | 110                     |
| 160                         | 54                                                                                                 | 86                      | 64                     | 96                      | 72                     | 103                     | 81                     | 116                     | 91                     | 132                     |
| 200                         | 66                                                                                                 | 103                     | 77                     | 115                     | 87                     | 125                     | 97                     | 140                     | 110                    | 160                     |
| 250                         | 75                                                                                                 | 115                     | 85                     | 125                     | 95                     | 137                     | 105                    | 150                     | 120                    | 175                     |

Jest to przydatne do kompensacji rzadko włączanych silników niskiego napięcia wyposażonych w kondensator kompensacyjny

**Opis** - Wymaganą moc kondensatora oblicza się wg następującej formuły:

$$Q_n = 0,9 \cdot U_n \cdot I_{mag} \cdot \sqrt{3}$$

gdzie:

$Q_n$  - moc kondensatora (var)

$U_n$  - napięcie znamionowe (V)

$I_{mag}$  - Prąd magnesujący silnika (A) (30 - 40%  $I_n$ )

Jeśli moc kondensatora będzie za duża, to przy gwałtownym odciążeniu silnika może dojść do jego samowzbudzenia.

## Moc kondensatora w zależności od napięcia pracy

Moc kondensatora zależy od napięcia pracy

$$(U_e / U_n)^2 \cdot Q = Q_t$$

gdzie:

$U_e$  - napięcie główne;

$U_n$  - napięcie znamionowe kondensatora

$Q$  - moc kondensatora przy napięciu znamionowym

$Q_t$  - aktualna moc kondensatora

| Napięcie znamionowe | Pojemność znamionowa (μF) | Moc znamionowa (kVar) przy $U_n = 380$ V | Moc znamionowa (kVar) przy $U_n = 400$ V | Moc znamionowa (kVar) przy $U_n = 420$ V | Moc znamionowa (kVar) przy $U_n = 440$ V |
|---------------------|---------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| 400 V<br>50 Hz      | 3 x 16,6                  | 2,3                                      | 2,5                                      | -                                        | -                                        |
|                     | 3 x 19,9                  | 2,7                                      | 3                                        | -                                        | -                                        |
|                     | 3 x 26,5                  | 3,6                                      | 4                                        | -                                        | -                                        |
|                     | 3 x 33,2                  | 4,5                                      | 5                                        | -                                        | -                                        |
|                     | 3 x 66,3                  | 9,0                                      | 10                                       | -                                        | -                                        |
|                     | 3 x 83,3                  | 11,3                                     | 12,5                                     | -                                        | -                                        |
|                     | 3 x 100                   | 13,6                                     | 15                                       | -                                        | -                                        |
|                     | 3 x 133,0                 | 18,1                                     | 20                                       | -                                        | -                                        |
|                     | 3 x 165,8                 | 22,6                                     | 25                                       | -                                        | -                                        |
|                     | 3 x 198,9                 | 27,1                                     | 30                                       | -                                        | -                                        |
| 440 V<br>50 Hz      | 3 x 13,7                  | 1,9                                      | 2,1                                      | 2,3                                      | 2,5                                      |
|                     | 3 x 16,5                  | 2,2                                      | 2,5                                      | 2,7                                      | 3                                        |
|                     | 3 x 21,9                  | 3,0                                      | 3,3                                      | 3,6                                      | 4                                        |
|                     | 3 x 27,4                  | 3,7                                      | 4,1                                      | 4,6                                      | 5                                        |
|                     | 3 x 54,9                  | 7,5                                      | 8,3                                      | 9,1                                      | 10                                       |
|                     | 3 x 68,6                  | 9,3                                      | 10,3                                     | 11,4                                     | 12,5                                     |
|                     | 3 x 82,3                  | 11,2                                     | 12,4                                     | 13,7                                     | 15                                       |
|                     | 3 x 110,0                 | 14,9                                     | 16,5                                     | 18,2                                     | 20                                       |
|                     | 3 x 137,1                 | 18,6                                     | 20,7                                     | 22,8                                     | 25                                       |
|                     | 3 x 164,4                 | 22,4                                     | 24,8                                     | 27,3                                     | 30                                       |

## Poprawa współczynnika mocy transformatorów

| Znam. moc transformatora (kW) | Moc znamionowa kondensatora w (kvar) przy napięciu górnym i obciążeniu |                         |                        |                         |                        |                         |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|                               | 5 - 10 kV                                                              |                         | 15 - 20 kV             |                         | 25 - 30 kV             |                         |
|                               | Brak obciążenia (kVar)                                                 | Pełne obciążenie (kVar) | Brak obciążenia (kVar) | Pełne obciążenie (kVar) | Brak obciążenia (kVar) | Pełne obciążenie (kVar) |
| 5                             | 0,75                                                                   | 1                       | 0,8                    | 1,1                     | 1                      | 1,3                     |
| 10                            | 1,2                                                                    | 1,7                     | 1,5                    | 2                       | 1,7                    | 2,2                     |
| 20                            | 2                                                                      | 3                       | 2,5                    | 3,5                     | 3                      | 4                       |
| 25                            | 2,5                                                                    | 3,5                     | 3                      | 4                       | 4                      | 5                       |
| 75                            | 5                                                                      | 8                       | 6                      | 9                       | 7                      | 11                      |
| 100                           | 6                                                                      | 10                      | 8                      | 11                      | 10                     | 13                      |
| 160                           | 10                                                                     | 12                      | 12                     | 15                      | 15                     | 18                      |
| 200                           | 11                                                                     | 17                      | 14                     | 19                      | 18                     | 22                      |
| 250                           | 15                                                                     | 20                      | 18                     | 22                      | 20                     | 25                      |
| 315                           | 18                                                                     | 25                      | 20                     | 28                      | 24                     | 32                      |
| 400                           | 20                                                                     | 30                      | 22                     | 36                      | 28                     | 40                      |
| 500                           | 22                                                                     | 40                      | 25                     | 45                      | 30                     | 50                      |
| 630                           | 28                                                                     | 46                      | 32                     | 52                      | 40                     | 62                      |
| 1000                          | 45                                                                     | 80                      | 50                     | 85                      | 55                     | 95                      |
| 1250                          | 50                                                                     | 85                      | 55                     | 90                      | 60                     | 100                     |
| 1600                          | 70                                                                     | 100                     | 60                     | 110                     | 70                     | 120                     |
| 2000                          | 80                                                                     | 160                     | 85                     | 170                     | 90                     | 180                     |
| 5000                          | 150                                                                    | 180                     | 170                    | 200                     | 200                    | 250                     |

Całkowita wymagana poprawa współczynnika mocy transformatorów rozdzielczych wynosi 4 % do 5% mocy znamionowej przy średnim obciążeniu 70 %.

Bezpośrednia poprawa współczynnika mocy transformatorów tylko na własny użytek jest rzadko stosowana. W takim przypadku kondensator jest stale podłączony do strony dolnego napięcia transformatora. Moc kondensatora jest dobrana do kompensacji pełnego obciążenia transformatora. Dane z tabeli należy stosować dla orientacji.

Tabela definicji parametrów kondensatorów mocy biernej (kVar), niezbędnych do osiągnięcia wymaganego  $\cos \varphi$ 

Aby określić wymaganą moc bierną (kVar) do poprawy współczynnika mocy, należy wartość współczynnika  $K$  odczytaną z tabeli pomnożyć przez wartość mocy czynnej.

Moc bierna pojemnościowa jest wyliczana ze wzoru:

$$Q_c = P \cdot K$$

$P$  – moc czynna obciążenia  
 $\cos \varphi_0$  –  $\cos \varphi$  przed poprawą  
 $\cos \varphi_1$  – wymagany  $\cos \varphi$  (po poprawie)  
 $Q$  – moc bierna układu kompensującego  
 $K$  – współczynnik odczytany z tabeli definiowany przez  $\cos \varphi_0$  i  $\cos \varphi_1$  (patrz tabela poniżej)

| Istniejący współczynnik $\cos \varphi_0$ | Wymagany współczynnik $\cos \varphi_1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                          | 0,7                                    | 0,75 | 0,8  | 0,82 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,9  | 0,92 | 0,94 | 0,96 | 0,98 | 1,00 |
| 0,5                                      | 0,71                                   | 0,85 | 0,98 | 1,03 | 1,09 | 1,14 | 1,19 | 1,25 | 1,31 | 1,37 | 1,44 | 1,53 | 1,73 |
| 0,52                                     | 0,62                                   | 0,76 | 0,89 | 0,94 | 1    | 1,05 | 1,1  | 1,16 | 1,22 | 1,28 | 1,35 | 1,44 | 1,64 |
| 0,54                                     | 0,54                                   | 0,68 | 0,81 | 0,86 | 0,91 | 0,97 | 1,02 | 1,07 | 1,13 | 1,2  | 1,27 | 1,36 | 1,56 |
| 0,56                                     | 0,46                                   | 0,6  | 0,73 | 0,78 | 0,83 | 0,89 | 0,94 | 1    | 1,05 | 1,12 | 1,19 | 1,28 | 1,48 |
| 0,58                                     | 0,38                                   | 0,52 | 0,65 | 0,71 | 0,76 | 0,81 | 0,86 | 0,92 | 0,98 | 1,04 | 1,11 | 1,2  | 1,4  |
| 0,6                                      | 0,31                                   | 0,45 | 0,58 | 0,64 | 0,69 | 0,74 | 0,79 | 0,85 | 0,91 | 0,97 | 1,04 | 1,13 | 1,33 |
| 0,62                                     | 0,25                                   | 0,38 | 0,52 | 0,57 | 0,62 | 0,67 | 0,73 | 0,78 | 0,84 | 0,9  | 0,97 | 1,06 | 1,27 |
| 0,64                                     | 0,18                                   | 0,32 | 0,45 | 0,5  | 0,55 | 0,61 | 0,66 | 0,72 | 0,77 | 0,84 | 0,91 | 1    | 1,2  |
| 0,66                                     | 0,12                                   | 0,26 | 0,39 | 0,44 | 0,49 | 0,54 | 0,6  | 0,65 | 0,71 | 0,78 | 0,85 | 0,94 | 1,14 |
| 0,68                                     | 0,06                                   | 0,2  | 0,33 | 0,38 | 0,43 | 0,48 | 0,54 | 0,59 | 0,65 | 0,72 | 0,79 | 0,88 | 1,08 |
| 0,7                                      |                                        | 0,14 | 0,27 | 0,32 | 0,37 | 0,43 | 0,48 | 0,54 | 0,59 | 0,66 | 0,73 | 0,82 | 1,02 |
| 0,72                                     |                                        | 0,08 | 0,21 | 0,27 | 0,32 | 0,37 | 0,42 | 0,48 | 0,54 | 0,6  | 0,67 | 0,76 | 0,96 |
| 0,74                                     |                                        | 0,03 | 0,16 | 0,21 | 0,26 | 0,32 | 0,37 | 0,42 | 0,48 | 0,55 | 0,62 | 0,71 | 0,91 |
| 0,76                                     |                                        |      | 0,11 | 0,16 | 0,21 | 0,26 | 0,32 | 0,37 | 0,43 | 0,49 | 0,56 | 0,65 | 0,86 |
| 0,78                                     |                                        |      | 0,05 | 0,1  | 0,16 | 0,21 | 0,26 | 0,32 | 0,38 | 0,44 | 0,51 | 0,6  | 0,8  |
| 0,8                                      |                                        |      |      | 0,05 | 0,1  | 0,16 | 0,21 | 0,27 | 0,32 | 0,39 | 0,46 | 0,55 | 0,75 |
| 0,82                                     |                                        |      |      |      | 0,05 | 0,1  | 0,16 | 0,21 | 0,27 | 0,34 | 0,41 | 0,49 | 0,7  |
| 0,84                                     |                                        |      |      |      |      | 0,05 | 0,11 | 0,16 | 0,22 | 0,28 | 0,35 | 0,44 | 0,65 |
| 0,86                                     |                                        |      |      |      |      |      | 0,05 | 0,11 | 0,17 | 0,23 | 0,3  | 0,39 | 0,59 |
| 0,88                                     |                                        |      |      |      |      |      |      | 0,06 | 0,11 | 0,18 | 0,25 | 0,34 | 0,54 |
| 0,9                                      |                                        |      |      |      |      |      |      |      | 0,06 | 0,12 | 0,19 | 0,28 | 0,48 |
| 0,92                                     |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      | 0,06 | 0,13 | 0,22 | 0,43 |
| 0,94                                     |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0,07 | 0,16 | 0,36 |

## Zabezpieczenia i połączenie

| Moc znamionowa<br>kondensatora<br>Q <sub>n</sub> (kVAr) | 400V, 50Hz                                               |                                                      |                                               | 525V, 50Hz                                               |                                                      |                                               | 690V, 50Hz                                               |                                                       |                                               |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                         | Prąd<br>znamionowy<br>kondensatora<br>I <sub>n</sub> (A) | Bezpiecznik<br>gł/gG<br>U <sub>n</sub> = 500V<br>(A) | Przekrój<br>przewodu<br>Cu (mm <sup>2</sup> ) | Prąd<br>znamionowy<br>kondensatora<br>I <sub>n</sub> (A) | Bezpiecznik<br>gł/gG<br>U <sub>n</sub> = 690V<br>(A) | Przekrój<br>przewodu<br>Cu (mm <sup>2</sup> ) | Prąd<br>znamionowy<br>kondensatora<br>I <sub>n</sub> (A) | Bezpiecznik<br>gł/gG<br>U <sub>n</sub> = 1000V<br>(A) | Przekrój<br>przewodu<br>Cu (mm <sup>2</sup> ) |
| 2,5                                                     | 3,6                                                      | 10                                                   | 5,5                                           | 2,7                                                      | 10                                                   | 1,5                                           | -                                                        | 10                                                    | 1,5                                           |
| 5                                                       | 7,4                                                      | 16                                                   | 2,5                                           | 5,5                                                      | 10                                                   | 1,5                                           | 4,2                                                      | 10                                                    | 1,5                                           |
| 7,5                                                     | 10,8                                                     | 20                                                   | 2,5                                           | 8,3                                                      | 16                                                   | 2,5                                           | 6,3                                                      | 10                                                    | 1,5                                           |
| 10                                                      | 14,4                                                     | 25                                                   | 4,0                                           | 11,0                                                     | 20                                                   | 2,5                                           | 8,4                                                      | 16                                                    | 2,5                                           |
| 12,5                                                    | 18,1                                                     | 32                                                   | 6,0                                           | 13,8                                                     | 32                                                   | 2,5                                           | 10,5                                                     | 20                                                    | 2,5                                           |
| 15                                                      | 21,6                                                     | 35                                                   | 6,0                                           | 16,5                                                     | 25                                                   | 4,0                                           | 12,5                                                     | 20                                                    | 2,5                                           |
| 20                                                      | 29,0                                                     | 50                                                   | 10,0                                          | 22,0                                                     | 35                                                   | 6,0                                           | 17,0                                                     | 32                                                    | 4,0                                           |
| 25                                                      | 36,0                                                     | 63                                                   | 10,0                                          | 27,5                                                     | 50                                                   | 10,0                                          | 21,0                                                     | 35                                                    | 6,0                                           |
| 30                                                      | 43,0                                                     | 80                                                   | 16,0                                          | 33,0                                                     | 63                                                   | 16,0                                          | 25,0                                                     | 50                                                    | 6,0                                           |
| 40                                                      | 58,0                                                     | 100                                                  | 25,0                                          | 44,0                                                     | 80                                                   | 25,0                                          | 33,0                                                     | 63                                                    | 16,0                                          |
| 50                                                      | 72,0                                                     | 125                                                  | 35,0                                          | 55,0                                                     | 100                                                  | 35,0                                          | 42,0                                                     | 80                                                    | 25,0                                          |
| 60                                                      | 87,0                                                     | 160                                                  | 50,0                                          | 66,0                                                     | 125                                                  | 50,0                                          | 50,0                                                     | 100                                                   | 25,0                                          |
| 75                                                      | 108,0                                                    | 160                                                  | 50,0                                          | 82,0                                                     | 125                                                  | 50,0                                          | 63,0                                                     | 100                                                   | 35,0                                          |
| 80                                                      | 115,0                                                    | 200                                                  | 70,0                                          | 88,0                                                     | 160                                                  | 70,0                                          | 67,0                                                     | 125                                                   | 50,0                                          |
| 100                                                     | 144,0                                                    | 250                                                  | 95,0                                          | 110,0                                                    | 200                                                  | 70,0                                          | 84,0                                                     | 160                                                   | 50,0                                          |
| 120                                                     |                                                          | 250                                                  |                                               |                                                          | 200                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 125                                                     |                                                          | 250                                                  |                                               |                                                          | 200                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 150                                                     |                                                          | 315                                                  |                                               |                                                          | 250                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 175                                                     |                                                          | 400                                                  |                                               |                                                          | 315                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 200                                                     |                                                          | 400                                                  |                                               |                                                          | 315                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 225                                                     |                                                          | 500                                                  |                                               |                                                          | 400                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 250                                                     |                                                          | 500                                                  |                                               |                                                          | 400                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 275                                                     |                                                          | 630                                                  |                                               |                                                          | 500                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 300                                                     |                                                          | 630                                                  |                                               |                                                          | 500                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 350                                                     |                                                          | 800                                                  |                                               |                                                          | 630                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 375                                                     |                                                          | 800                                                  |                                               |                                                          | 630                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |
| 400                                                     |                                                          | 800                                                  |                                               |                                                          | 630                                                  |                                               |                                                          |                                                       |                                               |

Wartości w tabeli (przybliżone) są ważne dla normalnych warunków pracy (temperatura otoczenia do 40 °C, brak składowych harmonicznych w sieci, etc.) Jeżeli nastąpi przekroczenie powyższych warunków, należy wybrać wyższe wartości. Prąd znamionowy kondensatora przy różnych napięciach powinien być określany przy uwzględnieniu współczynników: (230V - 1.74 / 440V - 0.91 / 480V - 0.83 / 525V - 0.76). Wartości zależą również od: temperatury wewnątrz rozdzielnic, jakości przewodów, maksymalnej temperatury izolacji przewodów, ilości kabli jedno- lub wielordzeniowych a także ich długości.

## Obliczenia

Moc kondensatora trójfazowego:

$$Q_c = C \cdot 3 \cdot V^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_n$$

Przykład:  $3 \times 331.5 \mu\text{F}$  at 400V/50Hz  
 $0.0003315 \cdot 3 \cdot 400 \cdot 314.16 = 50 \text{ kVAr}$

Częstotliwość rezonansowa (fr) i współczynnik filtra (p) w systemie z filtrami kompensującymi:

$$f_r = f_n \cdot \sqrt{\frac{1}{p}} \quad \text{lub} \quad p = \left(\frac{f_n}{f_r}\right)^2$$

Przykład: dla p = 0.07 at 50 Hz; fr = 189 Hz  
Wyznaczanie współczynnika mocy cos φ:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad \text{lub} \quad \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \varphi}} \quad \text{lub} \quad \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{Q_c}{P}\right)^2}}$$

Moc kondensatora trójfazowego (z dławikiem włączonym szeregowo)

$$Q_c = \frac{C \cdot 3 \cdot V^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_n}{1 - p}$$

Przykład:  $3 \times 331.5 \mu\text{F}$  przy 400V/50Hz przy p = 7%  
 $0.0003315 \cdot 3 \cdot 400 \cdot 314.16 / (1 - 0.07) = 53.8 \text{ kVAr}$

Prąd fazowy kondensatora:

$$I = \frac{Q_c}{V \cdot \sqrt{3}} \quad \text{lub} \quad Q_c = I \cdot V \cdot \sqrt{3}$$

Przykład: 25 kVAr przy 400V  
 $25000 / (400 \cdot 1.73) = 36 \text{ A}$

V = Napięcie znamionowe (V)

I = Prąd znamionowy (A)

f<sub>n</sub> = Częstotliwość sieci (Hz)

f<sub>r</sub> = Częstotliwość Rezonansowa (Hz)

p = Współczynnik filtra

Q<sub>c</sub> = Moc kondensatora (VAr)

C = Pojemność (F, farad)

P = Moc czynna (W)

S = Moc pozorna (VA)

Q = Moc bierna (VAr)

## Styczniki kondensatorowe CEM CN

### Zastosowanie

Styczniki kondensatorowe zostały specjalnie zaprojektowane do pracy w układach kompensacji mocy biernej (Kategoria użytkowania AC-6b). Kondensatory przed załączeniem do sieci są wstępnie ładowane poprzez specjalne rezystory, co pozwala zmniejszyć wartość szczytowego prądu kiedy stycznik CEM\_CN jest załączany. Po wstępnym naładowaniu kondensatora, styki głównego stycznika zamykają się, pozwalając na przepływ prądu znamionowego.

### Zalety

- Montaż na szynie TH35 lub na płycie montażowej
- Spełnia wymagania normy PN-IEC 60947-4
- Wbudowane rezystory wyładowcze
- Niezawodność
- Zmniejszone wymiary
- Napięcie sterujące (typowe) - 230V AC

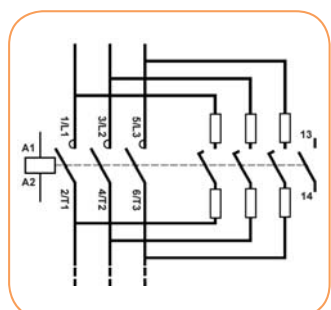
**Styczniki kondensatorowe CEM CN ( 230 V 50/60 Hz)**

|                                                  |                     | CEM7,5CN.11-<br>230V-50HZ | CEM10CN.11-<br>230V-50HZ | CEM25CN.10-<br>230V-50HZ | CEM32CN.10-<br>230V-50HZ | CEM50CN.10-<br>230V-50HZ | CEM65CN.10-<br>230V-50HZ |
|--------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Napięcie (V)<br>Moc znamionowa (kVar)            | 220-230V kVar       | 4 (230V)                  | 5 (230V)                 | 11                       | 15                       | 25                       | 30                       |
|                                                  | 380-415V kVar       | 7,5 (400V)                | 10 (400V)                | 20                       | 25                       | 40                       | 50                       |
|                                                  | 440V kVar           | 7,5                       | 10                       | 23                       | 30                       | 45                       | 60                       |
| AC-6b (t° = 55°C)                                | 480V kVar           | 9 (500V)                  | 18 (500V)                | 25                       | 33                       | 50                       | 65                       |
|                                                  | 660-690V kVar       | 11                        | 22                       | 34                       | 45                       | 65                       | 87                       |
| AC-6b kategoria użytkow.(I <sub>1</sub> ) (55°C) | A                   | 11                        | 22                       | 30                       | 40                       | 60                       | 77                       |
| AC-6b kategoria użytkow.(I <sub>1</sub> ) (70°C) | A                   | -                         | -                        | 22                       | 34                       | 50                       | 62                       |
| Zalecane zabezpieczenie (gL/gG)                  | A                   | 25                        | 35                       | 50                       | 63                       | 100                      | 125                      |
| Przekrój przyłączanych przewodów                 | mm <sup>2</sup>     | 2,5...10                  | 1,5...6                  | 2 x 10                   | 2 x 16                   | 2 x 35                   | 2 x 35                   |
| Moment przykręcania                              | Nm                  | 1,2                       | 1,2                      | 1,6 ... 3                | 2,5 ... 4                | 4 ... 6                  | 4 ... 6                  |
| Max częstotliwość załączeń/wyłączeń /h           |                     | 240                       |                          |                          | 120                      |                          |                          |
| Styki pomocnicze wbudowane                       |                     | 1xNO, 1xNC                | 1xNO, 1xNC               | 1xNO                     | 1xNO                     | 1xNO                     | 1xNO                     |
| Wytrzymałość elektryczna                         | ...x10 <sup>3</sup> | 150                       | 200                      | 100                      |                          |                          |                          |
| Wymiary (Szer./Wys./Głęb.)                       | mm                  | 45/101/108                | 45/101/108               | 45/113/129               | 55/125/140               | 66/185/158               | 66/185/158               |
| Nr kodowy                                        |                     | 004643800                 | 004643801                | 004645130                | 004646130                | 004648140                | 004649140                |
| Waga                                             | g                   | 345                       | 345                      | 430                      | 700                      | 1285                     | 1285                     |

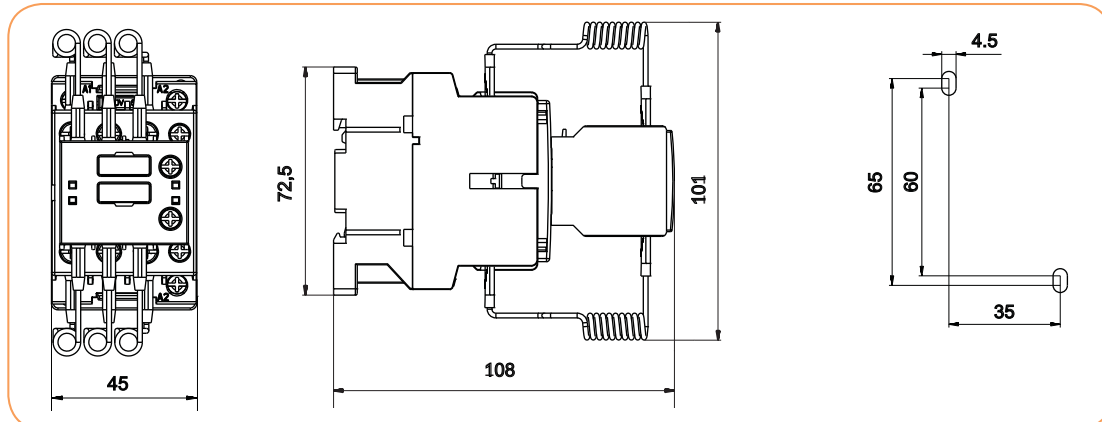
### Zasada działania:

Gdy bateria kondensatorów jest załączana, kondensatory są wstępnie ładowane a dla systemu oznacza to krótkotrwałe zwarcie. Początkowy prąd ładowania (rozruchowy) kondensatorów jest rezultatem tego zwarcia i trwa zwykle kilka milisekund. Jego wartość może przekraczać nawet 100 razy prąd znamionowy, co może skracać trwałość kondensatorów. Stycznik CEM CN posiada zamontowane rezystory ograniczające początkowy prąd ładowania (rozruchowy) kondensatorów w czasie ich załączania. Są one połączone ze stykami pomocniczymi działającymi z wyprzedzeniem styków głównych.

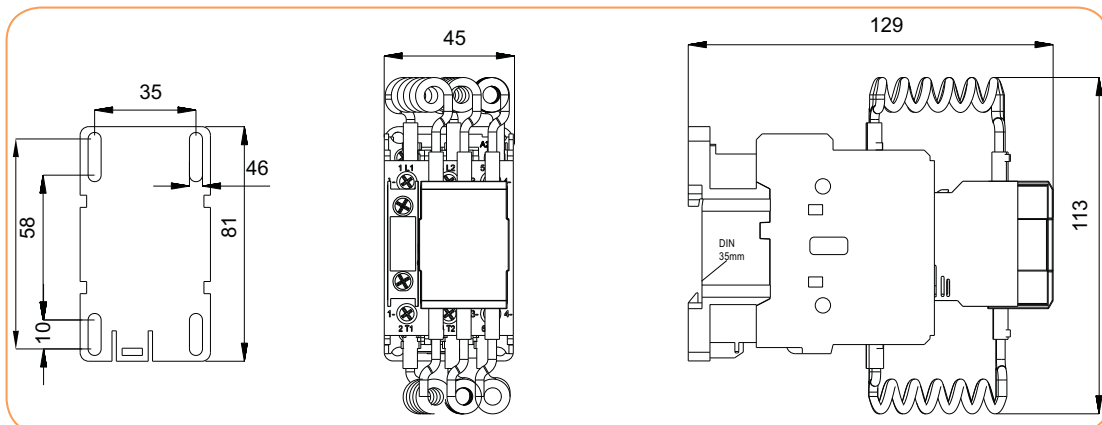
Po załączeniu baterii kondensatorów poprzez stycznik, rezystory ograniczające są odłączane w ciągu ok. 5 milisekund, pozostawiając tylko kondensatory połączone równolegle z ich obciążeniem indukcyjnym, zapewniając prawidłową poprawę współczynnika mocy. Proces ten zwiększa żywotność kondensatorów, a także zapobiega zakłóceniom w sieci elektroenergetycznej.



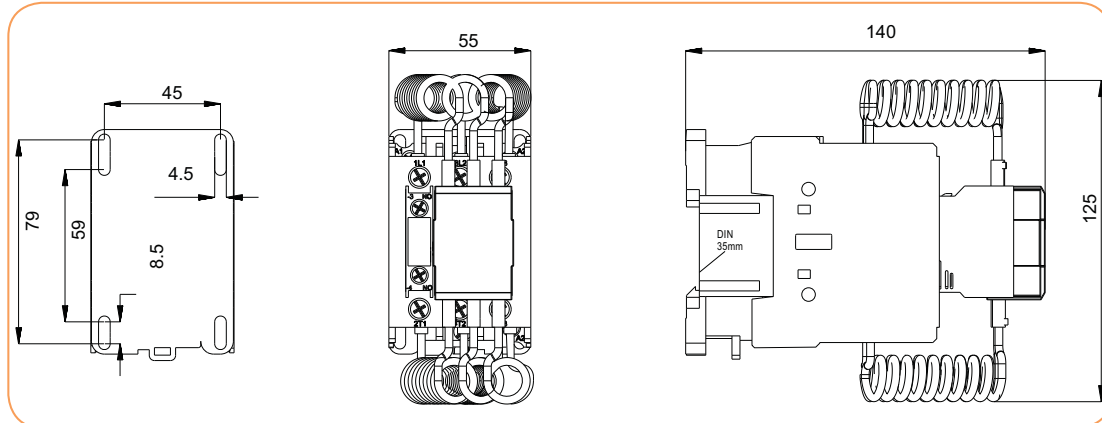
CEM 7,5CN, CEM 10CN



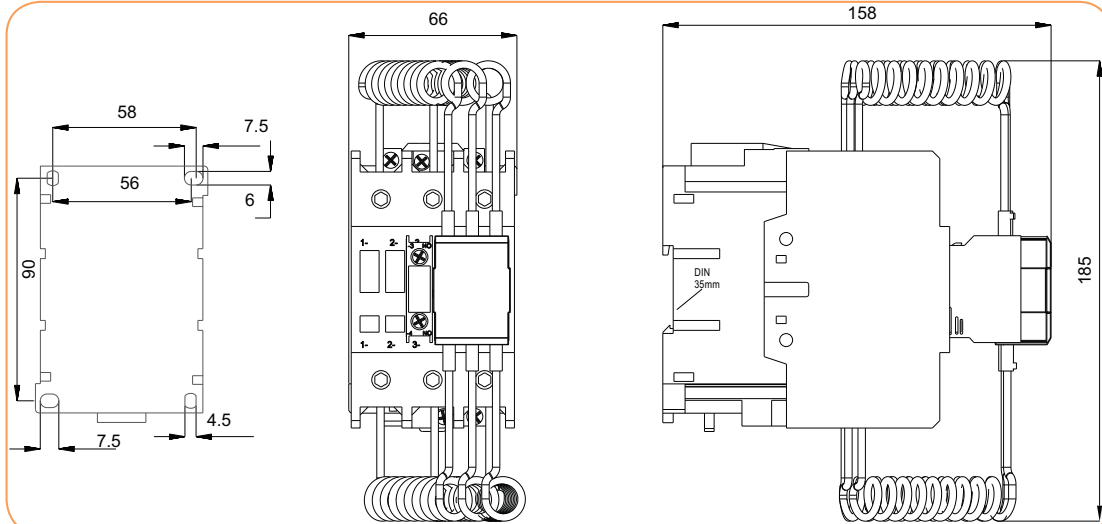
CEM 25CN



CEM 32CN



CEM 50CN, CEM 65CN



## Regulatory współczynnika mocy PFC

### Automatyczny regulator współczynnika mocy serii PFC 6 DA, 8 DB, 12 DB

**Zastosowanie** - regulator współczynnika mocy mierzy współczynnik mocy  $\cos \varphi$  w sieci zasilającej i steruje automatycznym załączaniem i wyłączaniem kondensatorów kompensacyjnych według wymaganego współczynnika mocy  $\cos \varphi$ . Współczynnik mocy jest kontrolowany przez mikroprocesor.

#### Dane techniczne

|                                          |                                                                                                    |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Napięcie zasilania                       | 230 - 415 VAC -15% +10% 50 lub 60 Hz                                                               |
| Pobór mocy                               | model 96x96 - 4,5 VA<br>model 144x144 - 4 VA                                                       |
| Prąd znamionowy In                       | 5 (A)                                                                                              |
| Zakres odczytu prądu                     | 0,125 ... 5,5A                                                                                     |
| Zakres odczytu napięcia                  | 195 ... 460 VAC                                                                                    |
| Regulacja współczynnika mocy             | 0.85 indukcyjny ... 0.95 pojemnościowy                                                             |
| Maks. obciążenia wyjścia przekątnikowego | 8A – 250VAC (AC1)                                                                                  |
| Max. obciążenie styków wyjściowych       | 10A                                                                                                |
| Max. napięcie łączeniowe                 | 400VAC                                                                                             |
| Wytrzymałość elektryczna                 | 20 x 10 <sup>6</sup> cykli                                                                         |
| Wytrzymałość mechaniczna                 | 100 x 10 <sup>3</sup> cykli                                                                        |
| Normy                                    | PN-IEC 60255-5, PN-IEC 60255-6, PN-IEC 60068-2-61,<br>PN-IEC 60068-2-6, PN-EN50081-1, PN-EN50082-2 |
| Temperatura pracy                        | -10 °C do +50 °C                                                                                   |
| Stopień ochrony                          | Przód - IP41,<br>Zaciski - IP20                                                                    |



#### Regulatory współczynnika mocy PFC

| Typ          | Napięcie znamionowe Un | Nr kodowy | Zakres regulacji    | In (A) | Ilość kroków progr. | Wymiary (mm) |
|--------------|------------------------|-----------|---------------------|--------|---------------------|--------------|
| PFC - 6 DA   | 400 V (+15%; -10%)     | 004656570 | 0,85 ind.-0,95 poj. | 5 A    | do 6                | 96x96x74     |
| PFC - 8 DB   | 400 V (+15%; -10%)     | 004656572 | 0,85 ind.-0,95 poj. | 5 A    | do 8                | 149x149x60   |
| PFC - 12 DB  | 400 V (+15%; -10%)     | 004656571 | 0,85 ind.-0,95 poj. | 5 A    | do 12               | 149x149x60   |
| PFC - 6 DB3* | 400 V (+15%; -10%)     | 004656575 | 0,85 ind.-0,95 poj. | 5 A    | do 6                | 149x149x60   |
| PFC - 6 DB3* | 400 V (+15%; -10%)     | 004656576 | 0,85 ind.-0,95 poj. | 5 A    | do 12               | 149x149x60   |

\* - pomiar trójfazowy dla sieci z symetrycznym i niesymetrycznym obciążeniem

#### Opis

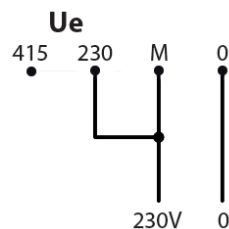
- Automatyczne wykrywanie baterii kondensatorów
- Stałe kroki programowania
- Programowalne przekaźniki działania i alarmu
- Programowalny przekaźnik wentylatora
- RJ11 - TTL standard - interfejs szeregowy
- Protokół komunikacyjny - modbus

#### Pomiary

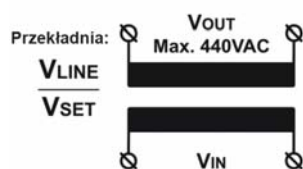
- $\cos \varphi$  - indukcyjny i pojemnościowy
- prądy i napięcia
- zawartość składowych harmoniczych
- temperatura otoczenia

## Układ połączeń automatycznego regulatora współczynnika mocy PFC

### Podłączenie -230V



(\*) Ustawić parametr P.06 = 1 dla przekładni 1, dla napięć wyższych zgodnie z zastosowaną przekładnią dobrego transformatora T1 (np.  $V_{LINE} / V_{SET} = 500 / 400 = 1.25$ )

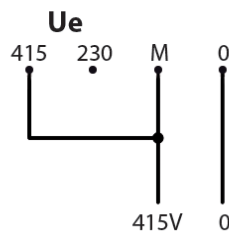


Transformator separacyjny T1 jest stosowany do:

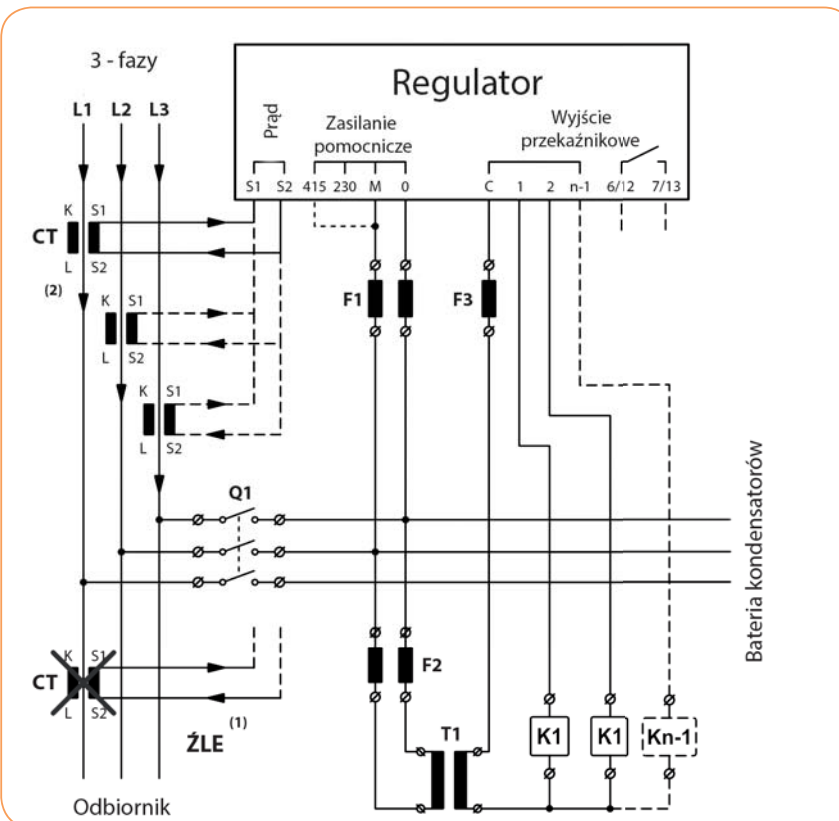
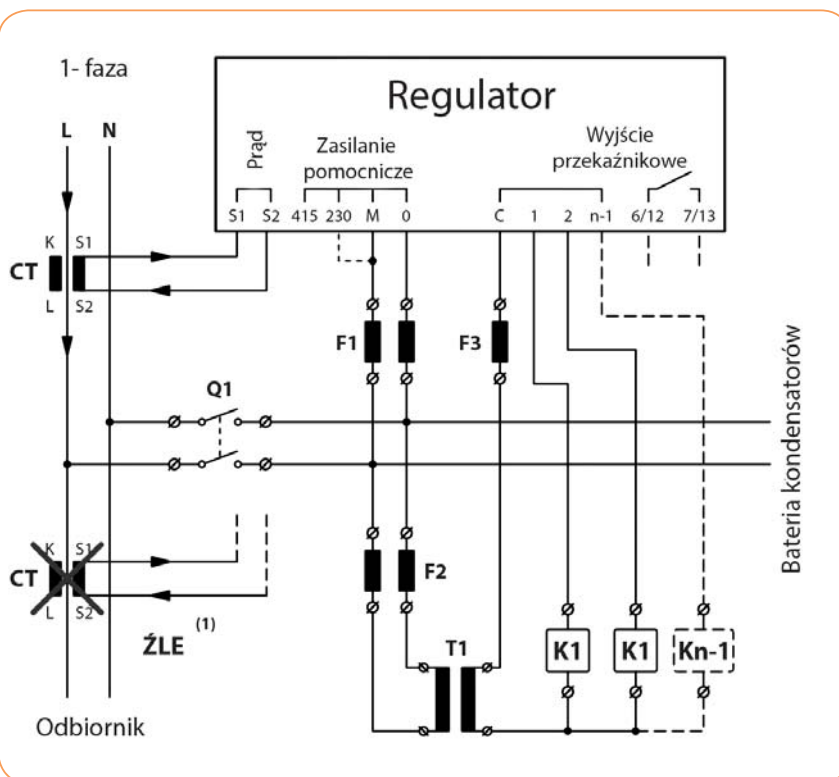
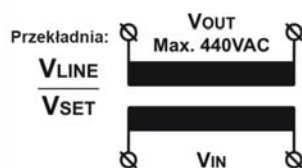
- Izolowania obwodu pomiarowego sterownika od obwodu głównego,
- lub gdy napięcia znamionowe cewek styczników są różne od napięcia obwodu głównego.

\*Transformator separacyjny T1 i przekładnik CT nie stanowią wyposażenia sterownika.

### Podłączenie 415V



(\*) Ustawić parametr P.06 = 1 dla przekładni 1, dla napięć wyższych zgodnie z zastosowaną przekładnią dobrego transformatora T1 (np.  $V_{LINE} / V_{SET} = 500 / 400 = 1.25$ )



### Uwaga:

- (1) Bardzo ważne jest, aby przekładniki podłączyć przed odbiornikiem i baterią kondensatorów, w przeciwnym razie regulator nie będzie działał prawidłowo (otrzyma nieprawidłowe informacje), także biegunowość podłączenia przekładników jest bardzo ważna (kierunek prądu).
- (2) Na powyższym schemacie pokazano prawidłowe i błędne podłączenie przekładnika prądowego CT

## Dławiki indukcyjne do filtracji wyższych harmonicznych

## Dane techniczne

|                              |                                              |
|------------------------------|----------------------------------------------|
| Normy                        | PN-IEC 60289, IEC 076                        |
| Pobór mocy                   | model 96x96 - 4,5 VA<br>model 144x144 - 4 VA |
| Tolerancja "L"               | 3 %                                          |
| Dopuszczalne przeciążenie    | 1,07 x I <sub>n</sub>                        |
| Klasa temperaturowa izolacji | F (155°C)                                    |
| Zabezpieczenie termiczne     | 90°C                                         |
| Maks. temperatura otoczenia  | 45°C                                         |
| Wytrzymałość udarowa         | 4kV                                          |
| Stopień ochrony              | IP00                                         |
| Współczynnik tłumienia (p%)  | 7 - 14 %                                     |

**Budowa** - Dławiki indukcyjne - trójfazowe są wykonane z niskostatnych blach ferromagnetycznych, w klasie temperaturowej izolacji F (155°C) z uzwojeniem miedzianym i wyłącznikiem termicznym 90°C.

W celu zwiększenia wydajności wentylacji, uzwojenia są rozdzielone pomiędzy sobą, co ułatwia rozpraszanie się wydzielanego ciepła.

Dławiki te posiadają współczynnik tłumienia  $p=7\%$  i  $14\%$  co odpowiada częstotliwościom rezonansowym 189 Hz i 133 Hz dla sieci 50 Hz.

Dławiki o takich współczynnikach ( $p=7\%$ ) tłumienia stosowane są powszechnie w układach kompensacyjnych, w których niebezpiecznie wysoki poziom osiągają harmoniczne 5-ta i 7-ma, a w układach o znacznej zawartości 3-iej harmonicznej używa się dławików o współczynniku tłumienia  $p=14\%$ .

## Tabela doboru dławików indukcyjnych do baterii kondensatorów

## 400V-50Hz-7%-189Hz Uzwojenie miedziane

| Typ           | Moc bierna (kVA <sub>r</sub> ) | Nr kodowy | Indukcyjność (mH) | Pojemność (μF) | Prąd znamionowy I <sub>eff</sub> (A) | Waga (kg) | Do kondensatorów                          |
|---------------|--------------------------------|-----------|-------------------|----------------|--------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|
| HFL 7/5 Cu    | 5                              | 004656800 | 7,66              | 3 x 30,84      | 7,2                                  | 7,5       | 2x LPC 3 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz    |
| HFL 7/10 Cu   | 10                             | 004656801 | 3,83              | 3 x 61,67      | 14,4                                 | 8,5       | LPC 12.5 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz    |
| HFL 7/12,5 Cu | 12,5                           | 004656802 | 3,07              | 3 x 77,09      | 18                                   | 9         | LPC 15 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz      |
| HFL 7/15 Cu   | 15                             | 004656803 | 2,56              | 3 x 92,51      | 21,7                                 | 9,5       | LPC 20 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz      |
| HFL 7/20 Cu   | 20                             | 004656804 | 1,92              | 3 x 123,35     | 28,9                                 | 16        | LPC 25 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz      |
| HFL 7/25 Cu   | 25                             | 004656805 | 1,53              | 3 x 154,18     | 36,1                                 | 16,5      | LPC 30 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz      |
| HFL 7/30 Cu   | 30                             | 004656806 | 1,28              | 3 x 185,02     | 43,3                                 | 17,5      | LPC 40 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz      |
| HFL 7/40 Cu   | 40                             | 004656807 | 0,96              | 3 x 246,69     | 57,7                                 | 28,5      | LPC 50 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz      |
| HFL 7/50 Cu   | 50                             | 004656808 | 0,77              | 3 x 308,36     | 72,2                                 | 30        | 2x LPC 30.8 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz |
| HFL 7/100 Cu  | 100                            | 004656809 | 0,38              | 3 x 616,73     | 144                                  | 43        | 4x LPC 30.8 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz |

## 400V-50Hz-14%-134Hz Uzwojenie miedziane

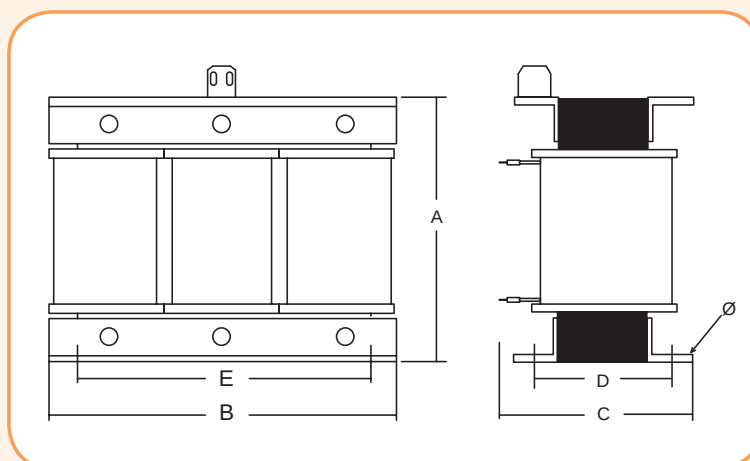
| Typ            | Moc bierna (kVA <sub>r</sub> ) | Nr kodowy | Indukcyjność (mH) | Pojemność (μF) | Prąd znamionowy I <sub>eff</sub> (A) | Waga (kg) | Do kondensatorów                        |
|----------------|--------------------------------|-----------|-------------------|----------------|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------------|
| HFL 14/5 Cu    | 5                              | 004656810 | 16,58             | 3 x 28,52      | 7,2                                  | 15        | 2x LPC 3 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz  |
| HFL 14/10 Cu   | 10                             | 004656811 | 8,29              | 3 x 57,03      | 14,4                                 | 15        | LPC 15 kVA <sub>r</sub> , 525V, 50Hz    |
| HFL 14/12,5 Cu | 12,5                           | 004656812 | 6,63              | 3 x 71,29      | 18                                   | 16        | LPC 15 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz    |
| HFL 14/15 Cu   | 15                             | 004656813 | 5,53              | 3 x 85,55      | 21,7                                 | 16        | LPC 20 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz    |
| HFL 14/20 Cu   | 20                             | 004656814 | 4,15              | 3 x 114,06     | 28,9                                 | 19,5      | LPC 25 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz    |
| HFL 14/25 Cu   | 25                             | 004656815 | 3,32              | 3 x 142,58     | 36,1                                 | 20,5      | LPC 30 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz    |
| HFL 14/30 Cu   | 30                             | 004656816 | 2,76              | 3 x 171,09     | 43,3                                 | 31        | LPC 40 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz    |
| HFL 14/40 Cu   | 40                             | 004656817 | 2,07              | 3 x 228,12     | 57,7                                 | 34,5      | LPC 50 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz    |
| HFL 14/50 Cu   | 50                             | 004656818 | 1,66              | 3 x 285,15     | 72,2                                 | 37        | 2x LPC 30 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz |

## 400V-50Hz-7%-189Hz Uzwojenie aluminiowe

| Typ         | Moc bierna (kVA <sub>r</sub> ) | Nr kodowy | Indukcyjność (mH) | Pojemność (μF) | Prąd znamionowy I <sub>eff</sub> (A) | Waga (kg) | Do kondensatorów                          |
|-------------|--------------------------------|-----------|-------------------|----------------|--------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|
| HFL 7/20 Al | 20                             | 004656820 | 1,92              | 3x 123,35      | 14,5                                 | 28,9      | LPC 25 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz      |
| HFL 7/25 Al | 25                             | 004656821 | 1,53              | 3x 154,18      | 17                                   | 36,1      | LPC 30 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz      |
| HFL 7/30 Al | 30                             | 004656822 | 1,28              | 3x 185,02      | 26                                   | 43,3      | LPC 40 kVA <sub>r</sub> , 480V, 50Hz      |
| HFL 7/40 Al | 40                             | 004656823 | 0,96              | 3x 246,69      | 26,5                                 | 57,7      | LPC 50 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz      |
| HFL 7/50 Al | 50                             | 004656824 | 0,77              | 3x 308,36      | 27                                   | 72,2      | 2x LPC 30.8 kVA <sub>r</sub> , 460V, 50Hz |

## 400V-50Hz-14%-134Hz Uzwojenie aluminiowe

| Typ          | Moc bierna (kVAr) | Nr kodowy | Indukcyjność (mH) | Pojemność $\mu F$ | Prąd znamionowy $I_{eff}$ (A) | Waga (kg) | Do kondensatorów           |
|--------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------------------|-----------|----------------------------|
| HFL 14/20 Al | 20                | 004656830 | 4,15              | 3x 114,06         | 27                            | 28,9      | LPC 25 kVAr, 480V, 50HZ    |
| HFL 14/25 Al | 25                | 004656831 | 3,32              | 3x 142,58         | 27                            | 36,1      | LPC 30 kVAr, 480V, 50HZ    |
| HFL 14/30 Al | 30                | 004656832 | 2,76              | 3x 171,09         | 44                            | 43,3      | LPC 40 kVAr, 480V, 50HZ    |
| HFL 14/40 Al | 40                | 004656833 | 2,07              | 3x 228,12         | 44,5                          | 57,7      | LPC 50 kVAr, 480V, 50HZ    |
| HFL 14/50 Al | 50                | 004656834 | 1,66              | 3x 285,15         | 45                            | 72,2      | 2x LPC 30 kVAr, 480V, 50HZ |



## Dławiki z uzwojeniem miedzianym - Wymiary

| Typ Cu        | Wymiary (mm) |     |     |     |     |   |
|---------------|--------------|-----|-----|-----|-----|---|
|               | A            | B   | C   | D   | E   | Ø |
| HFL 7/5 Cu    | 170          | 180 | 80  | 70  | 140 | 9 |
| HFL 7/10 Cu   | 170          | 180 | 90  | 80  | 140 | 9 |
| HFL 7/12,5 Cu | 170          | 180 | 90  | 80  | 140 | 9 |
| HFL 7/15 Cu   | 170          | 180 | 90  | 80  | 140 | 9 |
| HFL 7/20 Cu   | 220          | 240 | 100 | 90  | 200 | 9 |
| HFL 7/25 Cu   | 220          | 240 | 100 | 90  | 200 | 9 |
| HFL 7/30 Cu   | 220          | 240 | 100 | 90  | 200 | 9 |
| HFL 7/40 Cu   | 270          | 300 | 120 | 100 | 200 | 9 |
| HFL 7/50 Cu   | 270          | 300 | 120 | 100 | 200 | 9 |
| HFL 7/100 Cu  | 320          | 360 | 150 | 125 | 300 | 9 |

## Dławiki z uzwojeniem miedzianym - Wymiary

| Typ Cu         | Wymiary (mm) |     |     |     |     |   |
|----------------|--------------|-----|-----|-----|-----|---|
|                | A            | B   | C   | D   | E   | Ø |
| HFL 14/5 Cu    | 220          | 240 | 100 | 90  | 200 | 9 |
| HFL 14/10 Cu   | 220          | 240 | 100 | 90  | 200 | 9 |
| HFL 14/12,5 Cu | 220          | 240 | 100 | 90  | 200 | 9 |
| HFL 14/15 Cu   | 220          | 240 | 100 | 90  | 200 | 9 |
| HFL 14/20 Cu   | 220          | 240 | 110 | 100 | 200 | 9 |
| HFL 14/25 Cu   | 220          | 240 | 110 | 100 | 200 | 9 |
| HFL 14/30 Cu   | 270          | 300 | 120 | 100 | 200 | 9 |
| HFL 14/40 Cu   | 270          | 300 | 130 | 110 | 200 | 9 |
| HFL 14/50 Cu   | 270          | 300 | 130 | 110 | 200 | 9 |

## Dławiki z uzwojeniem aluminiowym - Wymiary

| Typ Al      | Wymiary (mm) |     |     |     |     |   |
|-------------|--------------|-----|-----|-----|-----|---|
|             | A            | B   | C   | D   | E   | Ø |
| HFL 7/20 Al | 220          | 240 | 100 | 90  | 200 | 9 |
| HFL 7/25 Al | 220          | 240 | 110 | 100 | 200 | 9 |
| HFL 7/30 Al | 270          | 300 | 120 | 100 | 200 | 9 |
| HFL 7/40 Al | 270          | 300 | 120 | 100 | 200 | 9 |
| HFL 7/50 Al | 270          | 300 | 120 | 100 | 200 | 9 |

## Dławiki z uzwojeniem aluminiowym - Wymiary

| Typ Al       | Wymiary (mm) |     |     |     |     |   |
|--------------|--------------|-----|-----|-----|-----|---|
|              | A            | B   | C   | D   | E   | Ø |
| HFL 14/20 Al | 270          | 120 | 120 | 100 | 200 | 9 |
| HFL 14/25 Al | 270          | 120 | 120 | 100 | 200 | 9 |
| HFL 14/30 Al | 320          | 160 | 160 | 135 | 300 | 9 |
| HFL 14/40 Al | 320          | 160 | 160 | 135 | 300 | 9 |
| HFL 14/50 Al | 320          | 160 | 160 | 135 | 300 | 9 |