



KBH Energy a. s.

Na Spravedlnosti 1533

530 02 Pardubice, Czech Republic

e-mail: kbh@kbh.cz

www.KBH.cz

Kompenzační kondenzátory FORTIS MKP G

standard ČSN EN 60831-1,2

plynný impregnant, MKP G

instalace v libovolné poloze

stupeň krytí IP20

modul externích vybíjecích odporů

vše skladem do 24 hodin po ČR



Výkonové kondenzátory FORTIS MKP G slouží zejména pro kompenzaci jalového výkonu a zvýšení účinnosti v sítích nízkého střídavého napětí.

Kompenzační kondenzátory jsou v provedení MKP, s plynným impregnantem. Pouzdro kondenzátoru je válcové, hliníkové, hermeticky uzavřené a se svorkovnicí IP20 se šesti vývody. Odpovídají normám EN 60 831-1/2, IEC 831-1/2 a UL 810.

Standardní výkonové řady

400 V	440 V	525 V
0,5-41,3 kvar	0,6-50 kvar	2,5-50 kvar

Základní rozřazení produktů

Kondenzátory	Dodávané výkony	Typické použití
Pro napětí 400 V	0,5-40 kvar	Běžné použití zejména v klasických kompenzačních rozvaděčích bez sériových ochranných tlumivek, pro individuální kompenzace transformátorů a asynchronních motorů, pro skupinové kompenzace soustav asynchronních motorů. Typická aplikace v sítích 3×400/230 V AC, kondenzátory FORTIS MKP G mohou být provozovány při trvalém přepětí až 440 V.
Pro napětí 440 V	0,6-50 kvar	Běžné použití zejména v hrazených kompenzačních rozvaděčích se sériovými ochrannými tlumivkami a činitelem zatlumení 7 %, pro individuální hrazené kompenzace transformátorů a asynchronních motorů, pro skupinové hrazené kompenzace soustav asynchronních motorů. Typická aplikace v sítích 3×400/230 V AC.
Pro napětí 525 V	2,5-50 kvar	Běžné použití zejména v hrazených kompenzačních rozvaděčích se sériovými ochrannými tlumivkami a činitelem zatlumení 7, 8 a 14 %, pro individuální hrazené kompenzace transformátorů a asynchronních motorů, pro skupinové hrazené kompenzace soustav asynchronních motorů. Typická aplikace v sítích 3×400/230 V AC nebo 3×500 V AC.

Hlavní technické parametry

Charakteristika	Trojfázové výkonové kondenzátory FORTIS MKP G dle standardu ČSN EN 60 831-1, 2, samoregenerační, s MKP dielektrikem a ekologicky nezávadným plynným impregnantem.
Použití	Instalace v sítích nízkého střídavého napětí pro zlepšení účinníku, redukcii reaktivních ztrát, zvýšení přenosové kapacity vedení a snížení úbytků napětí v síti.
Obvyklé použití	Instalace v kompenzačním zařízení, a to v provedení klasickém nechráněném nebo v chráněném s činitelem zatlumení 5,67 až 14 % (pro napětí ≤400 V).
Design	Válcové hliníkové pouzdro s montážním a uzemňovacím šroubem M12, svorkovnice s krytím IP20, tři nebo šest vývodů (silové připojení, paralelní spojení, připojení vybíjecích odporů či tlumivek).
Dielektrikum	Metalizovaná polypropylenová fólie.
Impregnant	Inertní plyn (dusík s příměsí hélia).
Dodávané výkony	Od 0,5 kvar do 50 kvar, standardně pro 400, 440 a 525 V trojfázové.
Zapojení	Trojfázové, Δ.
Tolerance	Maximální dolní odchylka 5 % od jmen. kapacity.
Ztráty	0,05 % (0,5 W/kvar) s vybíjecími odpory, 0,2 W/kvar bez vybíjecích odporů.
Životnost	130 tisíc provozních hodin.
Bezpečnost	Samoregenerace dielektrika, přetlaková pojistka, integrované vybíjecí odpory, tepelná pojistka.

Výrobní řady kompenzačních kondenzátorů FORTIS MKP G

Jmenovité napětí 400 V, frekvence 50 Hz						
Typ	Q _c [kvar]	C _N [μF]	I _N [A]	I _{MAX} [A]	Rozměry d ₁ ×h [mm]	Hmotnost [kg]
FORTIS MKP G 0,5 kvar / 400 V	0,5	3×3,3	3×0,72	3×1,12	65×175	0,54
FORTIS MKP G 1,0 kvar / 400 V	1	3×7,1	3×1,55	3×2,41	65×175	0,59
FORTIS MKP G 1,5 kvar / 400 V	1,5	3×11	3×2,39	3×3,74	65×175	0,51
FORTIS MKP G 2,0 kvar / 400 V	2	3×13,7	3×2,98	3×4,66	65×175	0,55
FORTIS MKP G 2,5 kvar / 400 V	2,5	3×16,4	3×3,57	3×5,58	65×175	0,5
FORTIS MKP G 3,2 kvar / 400 V	3,2	3×21,9	3×4,77	3×7,45	65×175	0,58
FORTIS MKP G 4,2 kvar / 400 V	4,2	3×27,4	3×5,96	3×9,32	65×175	0,66
FORTIS MKP G 5,0 kvar / 400 V	5	3×33,3	3×7,25	3×11,32	65×240	0,69
FORTIS MKP G 6,25 kvar / 400 V	6,25	3×41,1	3×8,95	3×13,97	65×240	0,77
FORTIS MKP G 7,5 kvar / 400 V	7,5	3×49,3	3×10,73	3×16,76	76×240	0,9
FORTIS MKP G 8,3 kvar / 400 V	8,3	3×54,8	3×11,93	3×18,63	76×240	0,92
FORTIS MKP G 10,0 kvar / 400 V	10	3×68,5	3×14,91	3×23,29	76×240	1,14
FORTIS MKP G 12,5 kvar / 400 V	12,5	3×82,2	3×17,89	3×27,95	86×240	1,26
FORTIS MKP G 15,0 kvar / 400 V	15	3×99,8	3×21,72	3×33,93	96×240	1,55
FORTIS MKP G 16,6 kvar / 400 V	16,6	3×109,7	3×23,88	3×37,3	96×240	1,61
FORTIS MKP G 20,0 kvar / 400 V	20	3×133	3×28,95	3×45,22	106×240	1,9
FORTIS MKP G 25,0 kvar / 400 V	25	3×166	3×36,13	3×56,44	116×240	2,26
FORTIS MKP G 30,0 kvar / 400 V	30	3×199	3×43,31	3×67,66	116×285	2,6
FORTIS MKP G 33,0 kvar / 400 V	33	3×219,3	3×47,73	3×74,56	116×285	2,84
FORTIS MKP G 41,3 kvar / 400 V	41,3	3×274,2	3×59,7	3×93,26	136×325	3,54

Jmenovité napětí 440 V, frekvence 50 Hz						
Typ	Q _c [kvar]	C _N [μF]	I _N [A]	I _{MAX} [A]	Rozměry d ₁ ×h [mm]	Hmotnost [kg]
FORTIS MKP G 0,6 kvar / 440 V	0,6	3×3,3	3×0,79	3×1,12	65×175	0,54
FORTIS MKP G 1,3 kvar / 440 V	1,3	3×7,1	3×1,7	3×2,41	65×175	0,59
FORTIS MKP G 2,0 kvar / 440 V	2	3×11	3×2,63	3×3,74	65×175	0,51
FORTIS MKP G 2,5 kvar / 440 V	2,5	3×13,7	3×3,28	3×4,66	65×175	0,55
FORTIS MKP G 3,0 kvar / 440 V	3	3×16,4	3×3,93	3×5,58	65×175	0,5
FORTIS MKP G 4,0 kvar / 440 V	4	3×21,9	3×5,24	3×7,45	65×175	0,58
FORTIS MKP G 5,0 kvar / 440 V	5	3×27,4	3×6,56	3×9,32	65×175	0,66
FORTIS MKP G 6,25 kvar / 440 V	6,25	3×33,3	3×7,97	3×11,32	65×240	0,69
FORTIS MKP G 7,5 kvar / 440 V	7,5	3×41,1	3×9,84	3×13,97	65×240	0,77
FORTIS MKP G 9,0 kvar / 440 V	9	3×49,3	3×11,8	3×16,76	76×240	0,9
FORTIS MKP G 10,0 kvar / 440 V	10	3×54,8	3×13,12	3×18,63	76×240	0,92
FORTIS MKP G 12,5 kvar / 440 V	12,5	3×68,5	3×16,4	3×23,29	76×240	1,14
FORTIS MKP G 15,0 kvar / 440 V	15	3×82,2	3×19,68	3×27,95	86×240	1,26
FORTIS MKP G 18,2 kvar / 440 V	18,2	3×99,8	3×23,89	3×33,93	96×240	1,55
FORTIS MKP G 20,0 kvar / 440 V	20	3×109,7	3×26,26	3×37,3	96×240	1,61
FORTIS MKP G 25,0 kvar / 440 V	25	3×133	3×31,84	3×45,22	106×240	1,9
FORTIS MKP G 30,0 kvar / 440 V	30	3×166	3×39,74	3×56,44	116×240	2,26
FORTIS MKP G 36,3 kvar / 440 V	36,3	3×199	3×47,64	3×67,66	116×285	2,6
FORTIS MKP G 40,0 kvar / 440 V	40	3×219,3	3×52,51	3×74,56	116×285	2,84
FORTIS MKP G 50,0 kvar / 440 V	50	3×274,2	3×64,5	3×93,26	136×325	3,54

Jmenovité napětí 525 V, frekvence 50 Hz

Typ	Q _c [kvar]	C _N [μF]	I _N [A]	I _{MAX} [A]	Rozměry d ₁ ×h [mm]	Hmotnost [kg]
FORTIS MKP G 2,5 kvar/525 V	2,5	3×9,6	3×2,74	3×3,89	65×175	0,52
FORTIS MKP G 5,0 kvar/525 V	5	3×19,3	3×5,51	3×7,83	65×240	0,7
FORTIS MKP G 7,5 kvar/525 V	7,5	3×28,9	3×8,26	3×11,72	65×240	0,84
FORTIS MKP G 10,0 kvar/525 V	10	3×38,5	3×11	3×15,62	76×240	1,07
FORTIS MKP G 12,5 kvar/525 V	12,5	3×48,1	3×13,74	3×19,51	86×240	1,27
FORTIS MKP G 15,0 kvar/525 V	15	3×57,8	3×16,51	3×23,45	96×240	1,46
FORTIS MKP G 20,0 kvar/525 V	20	3×77,0	3×22	3×31,24	106×240	1,88
FORTIS MKP G 25,0 kvar/525 V	25	3×96,3	3×27,51	3×39,06	116×240	2,3
FORTIS MKP G 30,0 kvar/525 V	30	3×115,5	3×33	3×46,85	116×285	2,5
FORTIS MKP G 40,0 kvar/525 V	40	3×154,1	3×44	3×63,72	116×285	3,35
FORTIS MKP G 50,0 kvar/525 V	50	3×192,6	3×55	3×77,87	136×325	3,9

Dimenzování pojistek pro kondenzátory

Q _N [kvar]	400 V		440 V		525 V	
	I _N [A]	I _{NP} [A]	I _N [A]	I _{NP} [A]	I _N [A]	I _{NP} [A]
0,5	0,7	2	0,7	2	0,5	2
1	1,4	2	1,3	2	1,1	2
2	2,9	6	2,6	6	2,2	4
2,5	3,6	6	3,3	6	2,7	6
3	4,3	8	3,9	8	3,3	6
4	5,8	10	5,2	10	4,4	8
5	7,2	12	6,6	12	5,5	10
6,3	9,1	16	8,3	16	6,9	12
7,5	10,8	20	9,8	20	8,2	16
8	11,5	20	10,5	20	8,8	16
10	14,4	25	13,1	25	11,0	20
12,5	18,0	32	16,4	32	13,7	25
15	21,7	40	19,7	40	16,5	32
20	28,9	50	26,2	50	22,0	40
25	36,1	63	32,8	63	27,5	50
30	43,3	80	39,4	80	33,0	63
35	50,5	100	45,9	80	38,5	63
40	57,7	100	52,5	100	44,0	80
50	72,1	130	58	100	51,5	80

Dimenzování vodičů pro kondenzátory

CYA [mm ²]	I _{Nmax} [A]	Q _{Nmax} [kvar] při U _N		
		400 V	440 V	525 V
1,5	7,5	5,2	5,7	6,8
2,5	14,5	10,0	11,1	13,2
4	18	12,5	13,7	16,4
6	25	17,3	19,1	22,7
10	32	22,2	24,4	29,1
16	48	33,3	36,6	43,6
25	58	40,2	44,2	52,7
35	90	62,4	68,6	81,8
50	130	90,1	99,1	118,2

Technické informace

Konstrukce

Současným standardem válcových kondenzátorů je technologie MKP, která spočívá v pokovení polypropylenové fólie směsí Zn-Al (samoregenerační vrstvou) ve vakuu. Navinutý svitek je umístěn do uzavřeného válcového (hliníkového) pouzdra s plnivem.

Impregnant (plnivo)

Úlohou impregnantu je izolovat elektrody kondenzátoru od vnějších vlivů a zabránit tak zejména korozi kovových částí. Tekutý impregnat však zároveň představoval slabou část konstrukce, neboť při překračování dovolených nominálních podmínek docházelo k jeho zahoření či vytékání z pouzdra. Kondenzátory FORTIS MKP G proto užívají plynný impregnant, kterým je netečný plyn (směs dusíku s héliem) v hermeticky uzavřeném pouzdře.

Samoregenerace dielektrika

Během tepelného či elektrického přetížení, nebo na konci doby životnosti, mohou vzniknout elektrické oblouky, které způsobí odpaření pokovených vrstev v centru poruchy. Tlak plynu, který vznikl působením vysokých teplot, během několika mikrosekund zcela odstraní odpařené pokovení z místa průrazu.

V místě průrazu vznikne nevodivá oblast zbavená pokovení, která je dostatečně izolována a také napěťově odolná.

Snížení kapacity kondenzátoru po regeneraci je na úrovni cca 100 pF, tedy tisícín jmenovité hodnoty kapacity kondenzátoru; kondenzátor zůstává zcela funkční.

Přetlaková pojistka

Zvyšující se počet samoregenerací (např. na konci doby životnosti, vlivem častého elektrického a tepelného přetěžování) může způsobit nárůst tlaku uvnitř kondenzátoru. Aby nedošlo k explozi kondenzátoru, je každý kondenzátor FORTIS vybaven bezpečnostní přetlakovou pojistkou. Princip funkce spočívá v přerušitelném spoji interních připojovacích vodičů.

V případě rostoucího tlaku uvnitř kondenzátoru víko expanduje a kondenzátor se bezpečně odpojí. Tento mechanismus spolehlivě funguje, pokud jsou dodrženy provozní podmínky, pro které je kondenzátor určen.

Připojení kondenzátoru

Připojovací svorkovnice kondenzátorů MKP G disponuje šesti kontakty a umožňuje osazení odporových modulů, vybíjecích tlumivek nebo paralelní spojení více kondenzátorů. Vybíjecí odpory zajišťují bezpečné vybití kondenzátoru na 50 V do jedné minuty.

Konstrukce svorkovnice garantuje těsnost pouzdra a pohodlné připojení vodičů až do průřezu 50 mm² (při instalaci s dutinkou průřez vodiče max. 35 mm²). Maximální povolený proud svorkovnicí je 80 A a nesmí být překročen (ani v případě paralelního spojení kondenzátorů).

Pro fixaci a uzemnění kondenzátoru slouží montážní šroub M12 (M16), který je součástí vodivého hliníkového pouzdra kondenzátoru. Kondenzátory MKP G mohou být instalovány ve svislé i vodorovné poloze. Dodatečná fixace je povolena pomocí připevňovací objímky.

Provozování kondenzátoru

Zajištění bezpečné funkce kondenzátorových jednotek úzce souvisí se zajištěním provozních podmínek, které jsou vyžadovány předpisem výrobce a harmonizovaným standardem EN 60831-1.

Zařízení osazené kondenzátorovými jednotkami (nejčastěji kompenzační rozvaděč) musí být navrženo vzhledem k prostředí, ve kterém bude pracovat. To je odvislé zejména od technologického vybavení odběrného místa (tedy skladby zátěže odběrného místa).

Je zejména třeba dbát na následující podmínky:

1. dodržení maximální povolené úrovně harmonického rušení, kterému je vystaven kondenzátor,
2. dodržení požadavků na maximální teploty okolí,
3. dodržení nominálního napětí na kondenzátoru.

Provozování kondenzátoru

Překročení povoleného přepětí má za následek zkrácení životnosti kondenzátoru, neboť dochází k degradaci dielektrika a tím také k ovlivnění jmenovitých parametrů kondenzátoru (např. snížení kapacitního výkonu atd.).

Riziko představují zejména harmonické frekvence. V sítích, kde se vyskytují, je nutné tyto frekvence odfiltrovat příslušnou sériovou tlumivkou.

Překročení povolených provozních hodnot vede k zvýšení teploty kondenzátoru, což může zkrátit jeho životnost nebo způsobit chybnou funkci.

Provozní podmínky

Provozní teploty a krytí

Kondenzátory FORTIS jsou určeny pro vnitřní montáž v prostředí s relativní vlhkostí do 85 % (bez kondenzace) pro okolní teploty -40 až $+55$ °C, podle požadavků teplotní třídy D.

Pro instalace se sériovými ochrannými tlumivkami je třeba nasadit nucenou ventilaci, výměník či klimatizační jednotku. Zvýšení okolní teploty o 7 °C nad limit má za následek snížení životnosti kondenzátoru na polovinu. Ovládací signál pro chladicí zařízení může zajistit regulátor jalového výkonu.

Je vyžadován volný prostor min. 2 cm kolem kondenzátoru. Stupeň krytí je IP20, při použití plastového krycího víčka až IP55.

Bezpečnost

Veškeré kondenzátory vyráběné technologií MKP jsou až z 90 % tvořeny polypropylenem, jehož výhřevnost je srovnatelná např. s benzenem (cca 40 MJ/kg).

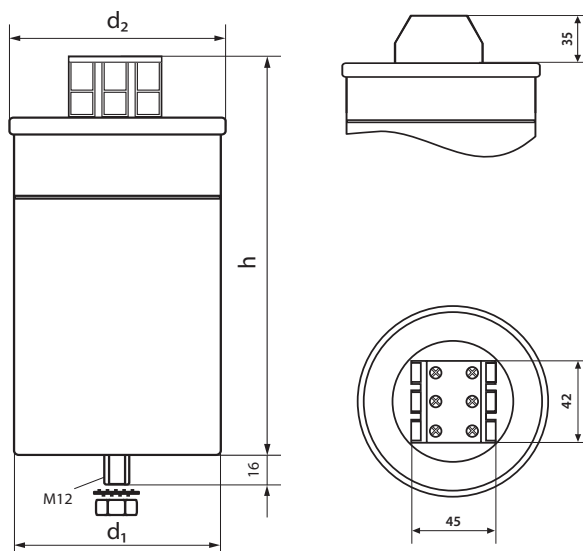
Příslušným měřením a následně realizací opatření (aplikace ochranných tlumivek, aktivních filtrů, ventilace) musí být zajištěno, že nedojde k ohrožení osob a majetku, které bývá nejčastěji v důsledku nedodržení požadovaných provozních podmínek.

K hašení používejte výhradně hasící přístroj s CO_2 nebo pěnovou náplní.

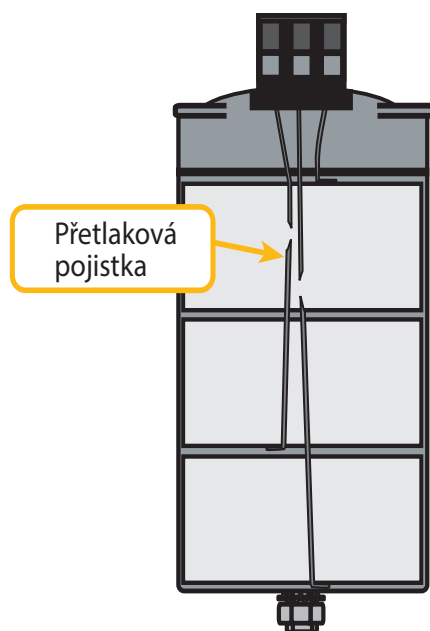
Plnivo kondenzátorů je ekologické, bez PCB, tato skutečnost je podle EN 60831-1 doložena na štítku výrobku.



Rozměry kondenzátorů MKP G



Funkce přetlakové pojistky



Technické informace podle EN 60831-1	
Obvyklé použití	Instalace v kompenzačním zařízení, a to v provedení klasickém nechráněném nebo v chráněném s činitelem zatlumení 5,67 až 14 % (pro napětí ≤ 400 V).
Povolená přepětí (denní zatížení)	
24 h	$1 \times U_N$
8 h	$1,1 \times U_N$
30 min/d	$1,15 \times U_N$
5 min. (200 ×)	$1,2 \times U_N$
2 min. (200 ×)	$1,3 \times U_N$
špičkové	$3 \times U_N$
Testovací napětí (kusová zkouška)	
mezi kontakty	$2,15 U_N / 5$ s
mezi pouzdrem a přípojevacími vývody	3 600 V / 2 s
Teplotní třída	
nepřetržitě	$1,3 \times I_N$
5000 sepnutí/rok	$300 \times I_N$
Provozní teplota od -40 °C do $+55$ °C, teplotní kategorie D (maximum 55 °C, denní průměr 45 °C, roční průměr 35 °C)	
Měrné ztráty	
Měrné ztráty dielektrika	max. 0,25 W/kvar
Měrné ztráty celého kondenzátoru včetně vybíjecích odporů	0,5 W/kvar
Provozní životnost (povolená odchylka max. 3 %)	
Při podmínkách teplotní kategorie D	min. 100 000 h
Při podmínkách teplotní kategorie C	min. 150 000 h

Volba provedení kompenzace - projekční doporučení

Zajištění bezpečné funkce kompenzačních kondenzátorů jednotek úzce souvisí se zajištěním provozních podmínek, které jsou vyžadovány předpisem výrobce a harmonizovaným standardem EN 60831-1.

Kompenzační zařízení musí být navrženo vzhledem k prostředí, ve kterém bude pracovat. To je odvislé zejména od technologického vybavení odběrného místa (tedy

skladby zátěže odběrného místa).

Je zejména třeba dbát na následující podmínky:

- dodržení maximální povolené úrovně harmonického rušení, kterému je vystaven kondenzátor,
- dodržení požadavků na maximální teploty okolí,
- dodržení nominálního napětí na kondenzátoru.

Vliv teplotních podmínek

Průchod elektrického proudu vodičem je doprovázen jeho současným oteplením, a to v závislosti na velikost proudu a průřezu. Je proto žádoucí, aby byl zajištěn dostatečný odvod tepla z elektrické instalace.

Pokud nejsou dodrženy požadované provozní teploty, zvýšený ohřev má za následek rychlejší opotřebení kondenzátoru, možnou nefunkčnost ochranných mechanismů. Ztráta izolační pevnosti může vést ke zkratu uvnitř kondenzátoru.

Základním předpokladem je tedy zajištění teploty okolí max 27 °C, a to buď přirozeným způsobem, ventilací a nebo klimatizací.

Kritickými aplikacemi jsou zejména průmyslové haly, rozvodny v podzemních podlažích a obecně kompenzace s tlumivkami.

Vliv harmonických frekvencí

Impedance kondenzátorů (kapacitní reaktance) je frekvenčně závislá a je nepřímo úměrná frekvenci napájení.

Harmonické frekvence proudu napětí jsou celistvé násobky základní frekvence sítě 50 Hz.

Vzhledem k tomu, že kapacity představují nejmenší impedanci v síti pro harmonické frekvence, odsávají většinu harmonického obsahu.

Nevyhnutelným důsledkem je tepelné přetěžování vedoucí k chybné funkci a ztrátě kapacitního výkonu.

Volba provedení kompenzace

Popis procesu je k dispozici v příložené rozhodovací tabulce, pro standardně dostupné komponenty. Podle dat z analyzátoru sítě vyhodnotíme velikosti činitelů harmonického zkreslení napětí a proudu a prošetříme velikosti 3. a 5. harmonické frekvence.

Na základě zjištěných údajů potom volíme provedení kompenzačního rozvaděče. Existence harmonické frekvence napětí větší než 2 % vyžaduje instalaci ochranných tlumivek, pro odběrná místa s THD U větší než 8 % je třeba navrhnout zákaznické řešení v podobě filtrace.

