



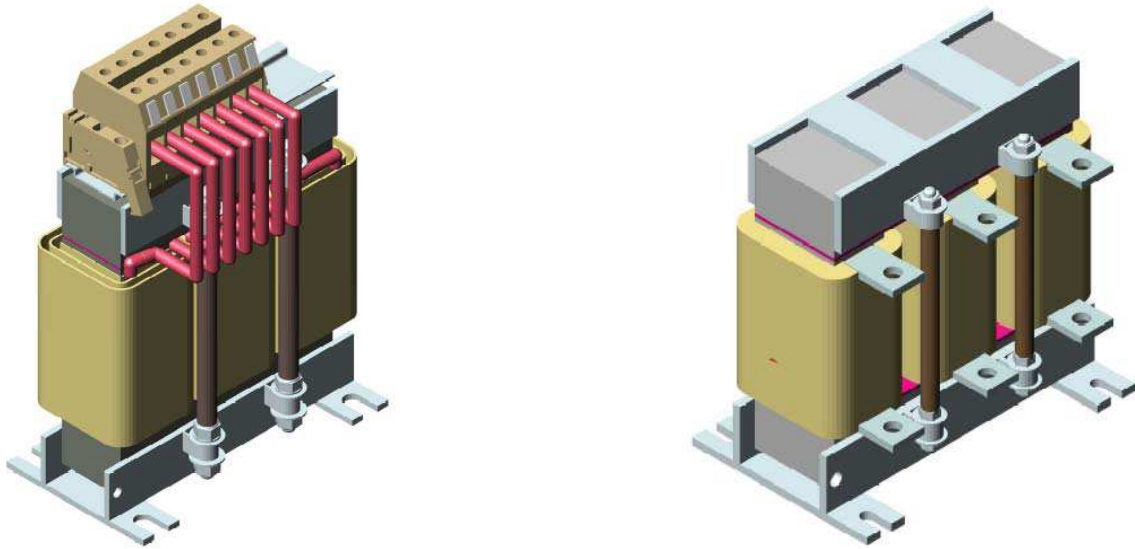
trafo

Ind. e Com. de Transformadores Ltda



**Empresa Certificada  
ISO 9001:2000**

## INDUTOR DE FILTRO PARA SISTEMA DE COMPENSAÇÃO REATIVA PARA PROTEÇÃO DE BANCO DE CAPACITORES



Quando da instalação de capacitores para correção do fator de potência, enfrentamos problemas para lidar com harmônicas. Temos que levá-las em conta quando projetamos o sistema com o objetivo de prevenir condição de ressonância série e paralela que danificariam todo o sistema elétrico.

Quando conectamos capacitores para corrigir o fator de potência, a indutância do transformador junto com a do capacitor fazem um circuito ressonante que pode ser excitado por uma corrente harmônica gerada pela carga. Este circuito ressonante tem uma frequência de ressonância, e se a corrente harmônica desta frequência (ou próxima) estiver presente, esta levará o circuito a uma condição de ressonância onde uma alta corrente fluirá pelos ramos do circuito (L: transformador e C: banco de capacitores), sobrecarregando-os, elevando a tensão sobre estes e sobre todo o sistema elétrico que está conectado em paralelo.

A filtragem desintonizada para PFC (correção do fator de potência) é uma técnica usada para evitar o risco da condição de ressonância. Esta é feita pelo deslocamento da frequência de ressonância a valores menores onde correntes harmônicas não estão presentes.

Isso é alcançado através da modificação do circuito LC básico composto pelo transformador e banco de capacitores, introduzindo um filtro (reator) em série com os capacitores. Assim fazemos um filtro ressonante mais complexo, mas com a característica desejada de ter uma frequência abaixo da primeira harmônica existente. Dessa maneira é evitada uma condição de ressonância.

Além deste principal objetivo, o reator conectado em série com os capacitores, faz um circuito ressonante em série com uma determinada frequência de sintonia para qual o sistema oferecerá um caminho de baixa impedância.

Componentes para filtros desintonizados para PFC devem ser cuidadosamente selecionados de acordo com o propósito de correção do fator de potência desejado, de acordo com as harmônicas presentes no sistema, de acordo com algumas características do sistema (potência de curto circuito e impedância), de acordo com o efeito de filtragem desejado e características do circuito ressonante configurado.

Por exemplo, referente aos capacitores, a voltagem sobre estes será maior que a voltagem nominal da rede quando eles tiverem um reator conectado em série.

Os reatores devem ser selecionados tomando em conta o valor de indutância para obter a desejada frequência de sintonia e capacidade de corrente alta, suficiente para a absorção de corrente harmônica que possa ser esperada.

A frequência de sintonia é normalmente referida de forma indireta ao fator de desintonia  $p$  e expresso em percentagem. Filtragem desintonizada para PFC é uma especialidade da engenharia, necessita de know-how experiente para implementação de uma maneira satisfatória e segura.

A próxima página mostra algumas considerações para desenvolvimento e seleção de componentes para filtragem desintonizada em PFC.

## Fundamentos de Correção do Fator de Potência Filtragem Desintonizada (PFC-DF)

### 08 principais considerações para alto desempenho em Filtragem desintonizada para PFC

- 1** Determinar a potência efetiva necessária (kVAr) do banco de capacitores como objetivo de obter o fator de potência desejado.
- 2** Projetar os steps de capacitores de modo que a sensibilidade dos bancos fique em torno de 15-20% do total da potência disponível. Não é usual ter um banco mais sensível, que reaja com 5 a 10% da potência total, isso poderia levar o banco a um número elevado de manobras, desperdiçando o equipamento desnecessariamente quando o real objetivo é ter um fator de potência alto.
- 3** Tentar desenvolver o banco com valores padrão de potência efetiva (kVAr) de passos, preferencialmente múltiplos de 25 kVAr.
- 4** Medir a presença de harmônicas de corrente no principal cabo alimentador do sistema sem capacitores, em todas possíveis condições de carga. Determinar frequência e máxima amplitude para cada harmônica que possa existir. Calcular a Distorção Harmônica Total de Corrente.
- 5** Medir a presença de harmônicas de tensão que possam vir de fora do seu sistema, se possível medir em alta voltagem. Calcular a Distorção Harmônica Total de Tensão.
- 6** Existem Harmônicas, THD-IR > 10% ou THD-V > 3% (medido sem capacitores).  
Se SIM -> Usar filtro desintonizado e vá para a consideração 7  
Se NÃO -> Usar PFC padrão e pular considerações 7, 8 e 9.
- 7** Existem conteúdo da 3ª harmônica,  $I_3 > 0,2 * I_5$ ?  
Se SIM -> Usar filtro desintonizado com  $p = 14\%$  e pule consideração 8  
Se NÃO -> Usar filtro desintonizado com  $p = 7\%$  ou  $p = 5.67\%$  e vá para consideração 8
- 8** THD – V é:  
3-7% -> Use filtro desintonizado com  $p = 7\%$  absorção harmônica padrão > 7% -> Use filtro desintonizado com  $p = 5.67\%$  para alta absorção harmônica >  
10% -> Requer projeto de filtro especial

Esta potência será a potência efetiva real de todo o conjunto LC na frequência fundamental. Capacitores para filtragem desintonizada em PFC devem ser selecionados para uma voltagem maior que a tensão da rede, isto se deve a sobre tensão causada pela ligação em série com o reator.

# INDUTOR DE BLOQUEIO TRIFÁSICO

## PARA BANCO DE CAPACITORES



220V - 60HZ

### Fator de Dessintonia = 7% (5th, 7th)

Potência Efetiva kvAr	Código	Utilizar Capacitor	Dimensões (mm)							Peso (kg)	Fig.
			A	B	C	D	E	F	G		
0,9	RTBC0,9-220FD7	2,5kVAr / 380VAC	120	170	85	80	101	55	Ø7	2,5	1
1,8	RTBC1,8-220FD7	5,0kVAr / 380VAC	130	170	95	90	111	65	Ø7	3,6	1
2,7	RTBC2,7-220FD7	7,5kVAr / 380VAC	150	180	95	100	128	65	Ø7	4,6	1
3,6	RTBC3,6-220FD7	10kVAr / 380VAC	160	190	95	100	135	65	Ø7	5,6	1
4,5	RTBC4,5-220FD7	12,5kVAr / 380VAC	160	195	100	110	135	70	Ø7	6,4	1
5,41	RTBC5,4-220FD7	15kVAr / 380VAC	180	220	100	110	155	70	Ø7	8,9	1
6,31	RTBC6,3-220FD7	17,5kVAr / 380VAC	180	220	100	110	155	70	Ø7	8,9	1
7,21	RTBC7,2-220FD7	20kVAr / 380VAC	180	220	105	115	155	75	Ø7	9,5	1
8,11	RTBC8,1-220FD7	22,5kVAr / 380VAC	180	220	110	120	155	80	Ø7	10,6	1
9	RTBC9,0-220FD7	25kVAr / 380VAC	180	250	110	110	155	80	Ø9	13,3	1
9,91	RTBC9,9-220FD7	27,5kVAr / 380VAC	250	215	105	150	225	75	Ø9	15,4	1
10,81	RTBC10,8-220FD7	30kVAr / 380VAC	250	215	105	150	225	75	Ø9	15,4	2
11,71	RTBC11,7-220FD7	32,5kVAr / 380VAC	250	215	105	150	225	75	Ø9	15,5	2
12,61	RTBC12,6-220FD7	35kVAr / 380VAC	250	240	110	150	225	80	Ø9	18,7	2
13,5	RTBC13,5-220FD7	37,5kVAr / 380VAC	250	240	110	150	225	80	Ø9	18,6	2
14,42	RTBC14,4-220FD7	40kVAr / 380VAC	250	240	110	150	225	80	Ø9	18,6	2
16,22	RTBC16,2-220FD7	45kVAr / 380VAC	260	280	110	150	235	80	Ø9	22,4	2
18,02	RTBC18,0-220FD7	50kVAr / 380VAC	260	280	110	150	235	80	Ø9	22,4	2
19,82	RTBC19,8-220FD7	55kVAr / 380VAC	260	280	115	160	235	85	Ø9	25	2
21,62	RTBC21,6-220FD7	60kVAr / 380VAC	260	280	115	160	235	85	Ø9	25	2
23,43	RTBC23,4-220FD7	65kVAr / 380VAC	260	280	120	160	235	90	Ø9	26,6	2
25,23	RTBC25,2-220FD7	70kVAr / 380VAC	260	280	120	160	235	90	Ø9	27,4	2

### Fator de Dessintonia = 14% (3th, 5th, 7th)

Potência Efetiva kvAr	Código	Utilizar Capacitor	Dimensões (mm)							Peso (kg)	Fig.
			A	B	C	D	E	F	G		
0,97	RTBC1,0-220FD14	2,5kVAr / 380VAC	130	180	95	90	111	65	Ø7	3,8	1
1,95	RTBC1,9-220FD14	5,0kVAr / 380VAC	150	205	100	100	125	70	Ø7	6,3	1
2,92	RTBC2,9-220FD14	7,5kVAr / 380VAC	180	200	100	100	155	70	Ø7	8,4	1
3,87	RTBC3,9-220FD14	10kVAr / 380VAC	180	220	105	110	155	75	Ø7	9,6	1
4,87	RTBC4,9-220FD14	12,5kVAr / 380VAC	180	220	110	120	155	80	Ø7	10,8	1
5,85	RTBC5,8-220FD14	15kVAr / 380VAC	200	250	110	120	175	80	Ø9	14,4	1
6,82	RTBC6,8-220FD14	17,5kVAr / 380VAC	210	265	110	12	185	80	Ø9	16,7	1
7,79	RTBC7,8-220FD14	20kVAr / 380VAC	210	275	110	12	185	80	Ø9	17,4	1
8,77	RTBC8,8-220FD14	22,5kVAr / 380VAC	210	275	110	12	185	80	Ø9	18,5	1
9,74	RTBC9,7-220FD14	25kVAr / 380VAC	210	275	115	125	185	85	Ø9	19,5	1
10,72	RTBC10,7-220FD14	27,5kVAr / 380VAC	290	220	120	170	265	90	Ø9	23	2
11,69	RTBC11,7-220FD14	30kVAr / 380VAC	290	220	125	180	265	95	Ø9	24,2	2
12,67	RTBC12,7-220FD14	32,5kVAr / 380VAC	290	220	125	180	265	95	Ø9	24,2	2
13,64	RTBC13,6-220FD14	35kVAr / 380VAC	290	240	125	180	265	95	Ø9	26,2	2
14,62	RTBC14,6-220FD14	37,5kVAr / 380VAC	290	240	130	185	265	100	Ø9	27,7	2
15,59	RTBC15,6-220FD14	40kVAr / 380VAC	290	240	130	185	265	100	Ø9	32,6	2
17,54	RTBC17,5-220FD14	45kVAr / 380VAC	290	280	130	185	265	100	Ø9	32,6	2
19,5	RTBC19,5-220FD14	50kVAr / 380VAC	290	280	130	185	265	100	Ø9	38	2
21,43	RTBC21,4-220FD14	55kVAr / 380VAC	320	290	125	180	282	95	Ø9	40	2
23,39	RTBC23,4-220FD14	60kVAr / 380VAC	320	290	130	185	282	100	Ø10	39,9	2
25,33	RTBC25,3-220FD14	65kVAr / 380VAC	320	290	130	200	282	100	Ø10	39,9	2
27,28	RTBC27,3-220FD14	70kVAr / 380VAC	320	290	135	210	282	100	Ø10	43,2	2

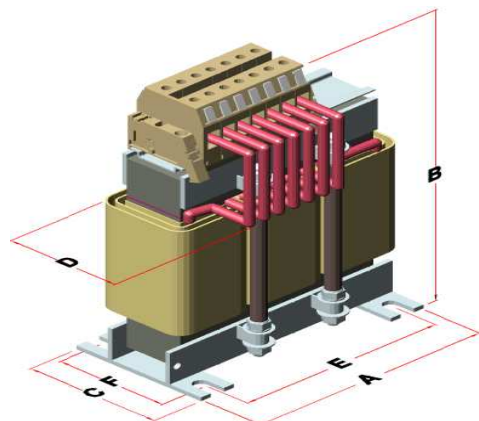


FIG. 1

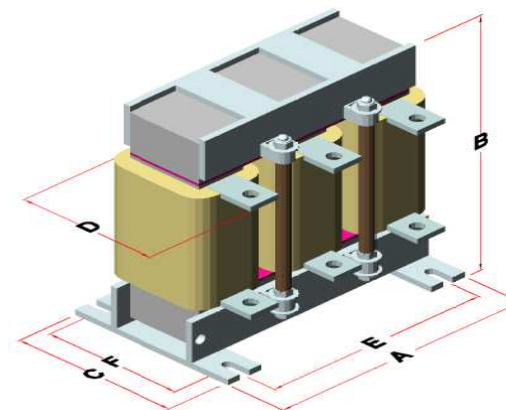


FIG. 2

# INDUTOR DE BLOQUEIO TRIFÁSICO

## PARA BANCO DE CAPACITORES

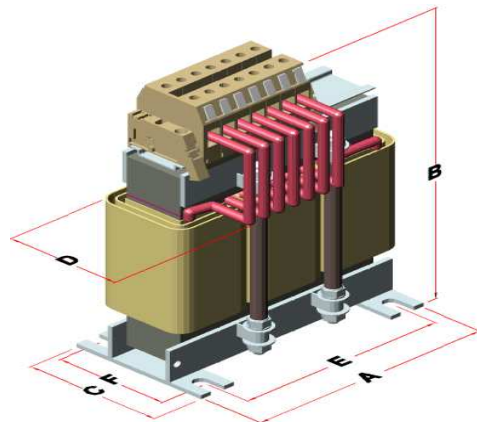
**380V - 60HZ**

### Fator de Dessintonia = 7% (5th, 7th)

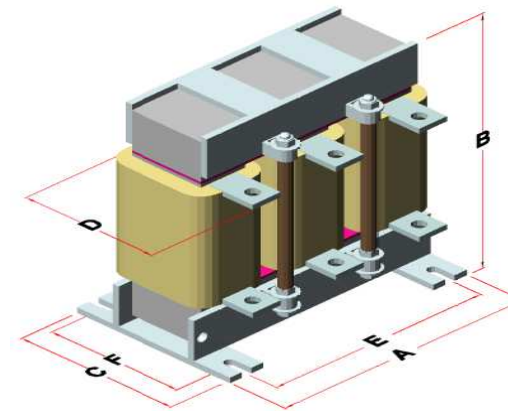
Potência Efetiva kvAr	Código	Utilizar Capacitor	Dimensões (mm)							Peso (kg)	Fig.
			A	B	C	D	E	F	G		
2	RTBC2,0-380FD7	2,5kVAr / 440VAC	140	170	95	90	118	65	Ø7	4,4	1
4	RTBC4,0-380FD7	5,0kVAr / 440VAC	150	190	100	100	125	70	Ø7	6	1
6	RTBC6,0-380FD7	7,5kVAr / 440VAC	160	190	110	110	135	80	Ø7	8	1
8	RTBC8,0-380FD7	10kVAr / 440VAC	160	225	110	110	135	80	Ø7	10,3	1
10	RTBC10,0-380FD7	12,5kVAr / 440VAC	160	225	115	115	135	85	Ø7	11,5	1
12	RTBC12,0-380FD7	15kVAr / 440VAC	210	260	105	120	185	75	Ø9	15,1	1
14	RTBC14,0-380FD7	17,5kVAr / 440VAC	210	260	110	120	185	80	Ø9	16,9	1
16	RTBC16,0-380FD7	20kVAr / 440VAC	290	220	115	160	265	85	Ø9	21	2
18	RTBC18,0-380FD7	22,5kVAr / 440VAC	290	220	115	160	265	85	Ø9	21	2
20	RTBC20,0-380FD7	25kVAr / 440VAC	290	240	120	165	265	90	Ø9	24,1	2
22	RTBC22,0-380FD7	27,5kVAr / 440VAC	290	240	120	165	265	90	Ø9	24,1	2
24	RTBC24,0-380FD7	30kVAr / 440VAC	290	250	115	160	265	85	Ø9	24,1	2
26	RTBC26,0-380FD7	32,5kVAr / 440VAC	290	280	120	160	265	90	Ø9	28,5	2
28	RTBC28,0-380FD7	35kVAr / 440VAC	290	280	120	160	265	90	Ø9	28,5	2
30,08	RTBC30,1-380FD7	37,5kVAr / 440VAC	290	280	125	165	265	95	Ø9	30,1	2
32,08	RTBC32,1-380FD7	40kVAr / 440VAC	320	270	120	170	282	90	Ø10	33,4	2
36,09	RTBC36,1-380FD7	45kVAr / 440VAC	320	270	120	170	282	90	Ø10	33,4	2
40,1	RTBC40,1-380FD7	50kVAr / 440VAC	320	300	125	175	282	95	Ø10	39	2
44,11	RTBC44,1-380FD7	55kVAr / 440VAC	320	300	130	180	282	100	Ø10	41	2
48,12	RTBC48,1-380FD7	60kVAr / 440VAC	320	300	130	180	282	100	Ø10	41	2
52	RTBC52,0-380FD7	65kVAr / 440VAC	320	300	135	205	282	105	Ø10	44,7	2
56	RTBC56,0-380FD7	70kVAr / 440VAC	320	300	140	210	282	105	Ø10	46,8	2

### Fator de Dessintonia = 14% (3th, 5th, 7th)

Potência Efetiva kvAr	Código	Utilizar Capacitor	Dimensões (mm)							Peso (kg)	Fig.
			A	B	C	D	E	F	G		
1,82	RTBC1,8-380FD14	2,5kVAr / 480VAC	150	200	100	100	125	70	Ø7	6,1	1
3,64	RTBC3,6-380FD14	5,0kVAr / 480VAC	180	220	105	110	155	75	Ø7	9,7	1
5,47	RTBC5,5-380FD14	7,5kVAr / 480VAC	180	230	115	120	155	85	Ø7	11,9	1
7,29	RTBC7,3-380FD14	10kVAr / 480VAC	210	265	110	120	185	80	Ø9	16,9	1
9,11	RTBC9,1-380FD14	12,5kVAr / 480VAC	230	275	115	120	205	85	Ø9	20,6	1
10,93	RTBC10,9-380FD14	15kVAr / 480VAC	230	275	120	125	205	90	Ø9	23	1
12,75	RTBC12,8-380FD14	17,5kVAr / 480VAC	240	275	125	140	215	95	Ø9	25,4	1
14,58	RTBC14,6-380FD14	20kVAr / 480VAC	240	275	130	145	215	100	Ø9	26,8	1
16,4	RTBC16,4-380FD14	22,5kVAr / 480VAC	240	320	125	145	215	95	Ø9	31	1
18,22	RTBC18,2-380FD14	25kVAr / 480VAC	240	320	130	145	215	100	Ø9	32,5	1
20,04	RTBC20,0-380FD14	27,5kVAr / 480VAC	360	270	125	190	322	95	Ø10	38,7	2
21,86	RTBC21,9-380FD14	30kVAr / 480VAC	360	270	145	215	322	105	Ø10	39	2
23,68	RTBC23,7-380FD14	32,5kVAr / 480VAC	360	270	150	220	322	110	Ø10	41	2
23,51	RTBC25,5-380FD14	35kVAr / 480VAC	360	300	155	220	322	115	Ø10	47,3	2
27,33	RTBC27,3-380FD14	37,5kVAr / 480VAC	360	300	155	220	322	115	Ø10	47,3	2
29,15	RTBC29,1-380FD14	40kVAr / 480VAC	360	300	140	215	322	100	Ø10	49,2	2
32,79	RTBC32,8-380FD14	45kVAr / 480VAC	380	320	150	220	329	110	Ø10	54,9	2
36,44	RTBC36,4-380FD14	50kVAr / 480VAC	380	320	150	220	329	110	Ø10	54,9	2
40,08	RTBC40,1-380FD14	55kVAr / 480VAC	400	320	155	225	349	115	Ø10	60,6	2
43,73	RTBC43,7-380FD14	60kVAr / 480VAC	400	320	160	235	349	120	Ø10	63,2	2
47,37	RTBC47,4-380FD14	65kVAr / 480VAC	400	320	160	235	349	120	Ø10	63,2	2
51,01	RTBC51,0-380FD14	70kVAr / 480VAC	400	320	175	240	349	135	Ø10	68,1	2



**FIG. 1**



**FIG. 2**

# INDUTOR DE BLOQUEIO TRIFÁSICO

## PARA BANCO DE CAPACITORES

440V - 60HZ

### Fator de Dessintonia = 7% (5th, 7th)

Potência Efetiva kvAr	Código	Utilizar Capacitor	Dimensões (mm)							Peso (kg)	Fig.
			A	B	C	D	E	F	G		
2,26	RTBC2,3-440FD7	2,5kVAr / 480VAC	140	180	95	90	118	65	Ø7	4,3	1
4,52	RTBC4,5-440FD7	5,0kVAr / 480VAC	150	195	105	110	125	75	Ø7	6,7	1
6,78	RTBC6,8-440FD7	7,5kVAr / 480VAC	160	195	115	120	135	85	Ø7	8,6	1
9,04	RTBC9,0-440FD7	10kVAr / 480VAC	170	230	115	120	145	85	Ø7	11,1	1
11,29	RTBC11,3-440FD7	12,5kVAr / 480VAC	170	230	120	130	145	90	Ø7	12,3	1
13,55	RTBC13,5-440FD7	15kVAr / 480VAC	210	265	110	120	185	80	Ø9	16,4	1
15,81	RTBC15,8-440FD7	17,5kVAr / 480VAC	210	265	115	125	185	85	Ø9	18,3	1
18,07	RTBC18,0-440FD7	20kVAr / 480VAC	290	220	120	170	265	90	Ø9	22,6	2
20,33	RTBC20,3-440FD7	22,5kVAr / 480VAC	290	220	120	170	265	90	Ø9	22,6	2
22,59	RTBC22,6-440FD7	25kVAr / 480VAC	290	240	125	170	265	95	Ø9	25,8	2
24,85	RTBC24,8-440FD7	27,5kVAr / 480VAC	290	240	125	170	265	95	Ø9	25,8	2
27,1	RTBC27,1-440FD7	30kVAr / 480VAC	290	250	120	170	265	90	Ø9	26	2
29,36	RTBC29,4-440FD7	32,5kVAr / 480VAC	290	280	125	170	265	95	Ø9	36,5	2
31,62	RTBC31,6-440FD7	35kVAr / 480VAC	290	280	125	170	265	95	Ø9	30,5	2
33,88	RTBC33,9-440FD7	37,5kVAr / 480VAC	290	280	130	170	265	100	Ø9	32,1	2
36,14	RTBC36,1-440FD7	40kVAr / 480VAC	320	270	125	175	282	95	Ø10	35,7	2
40,66	RTBC40,7-440FD7	45kVAr / 480VAC	320	270	125	175	282	95	Ø10	35,7	2
45,18	RTBC45,2-440FD7	50kVAr / 480VAC	320	300	130	180	282	100	Ø10	41,5	2
49,69	RTBC49,7-440FD7	55kVAr / 480VAC	320	300	135	185	282	105	Ø10	43,8	2
54,21	RTBC54,2-440FD7	60kVAr / 480VAC	320	300	140	210	282	100	Ø10	46,2	2
58,73	RTBC58,7-440FD7	65kVAr / 480VAC	320	300	140	210	282	100	Ø10	47,5	2
63,25	RTBC63,2-440FD7	70kVAr / 480VAC	320	300	145	215	282	105	Ø10	49,3	2

### Fator de Dessintonia = 14% (3th, 5th, 7th)

Potência Efetiva kvAr	Código	Utilizar Capacitor	Dimensões (mm)							Peso (kg)	Fig.
			A	B	C	D	E	F	G		
2,04	RTBC2,0-440FD14	2,5kVAr / 525VAC	150	200	105	100	125	75	Ø7	6,8	1
4,08	RTBC4,1-440FD14	5,0kVAr / 525VAC	180	220	110	110	155	80	Ø7	10,4	1
6,13	RTBC6,1-440FD14	7,5kVAr / 525VAC	180	230	120	120	155	90	Ø7	12,8	1
8,17	RTBC8,2-440FD14	10kVAr / 525VAC	210	265	115	12	185	85	Ø9	18,2	1
10,21	RTBC10,2-440FD14	12,5kVAr / 525VAC	240	275	120	130	215	90	Ø9	22,5	1
12,25	RTBC12,3-440FD14	15kVAr / 525VAC	240	275	125	130	215	95	Ø9	24,5	1
14,29	RTBC14,3-440FD14	17,5kVAr / 525VAC	240	275	130	140	215	100	Ø9	27,3	1
16,33	RTBC16,3-440FD14	20kVAr / 525VAC	240	275	135	15	215	105	Ø9	28,3	1
18,38	RTBC18,4-440FD14	22,5kVAr / 525VAC	240	320	130	140	215	100	Ø9	33,4	1
20,42	RTBC20,4-440FD14	25kVAr / 525VAC	240	320	140	150	215	110	Ø9	36,3	1
22,46	RTBC22,5-440FD14	27,5kVAr / 525VAC	360	280	135	200	322	105	Ø10	43,4	2
24,5	RTBC24,5-440FD14	30kVAr / 525VAC	360	280	155	220	322	115	Ø10	43,7	2
26,54	RTBC26,5-440FD14	32,5kVAr / 525VAC	360	280	160	220	322	120	Ø10	45,7	2
28,59	RTBC28,6-440FD14	35kVAr / 525VAC	360	310	165	220	322	125	Ø10	52,4	2
39,63	RTBC30,6-440FD14	37,5kVAr / 525VAC	360	310	165	220	322	125	Ø10	52,4	2
32,67	RTBC32,7-440FD14	40kVAr / 525VAC	360	310	170	230	322	130	Ø10	54,5	2
36,75	RTBC36,7-440FD14	45kVAr / 525VAC	380	330	160	220	329	120	Ø10	61,3	2
40,84	RTBC40,8-440FD14	50kVAr / 525VAC	380	330	160	220	329	120	Ø10	61,3	2
44,92	RTBC44,9-440FD14	55kVAr / 525VAC	400	330	175	230	349	135	Ø10	67,3	2
49	RTBC49,0-440FD14	60kVAr / 525VAC	400	330	180	240	349	140	Ø10	70,1	2
53,09	RTBC53,1-440FD14	65kVAr / 525VAC	400	330	180	235	349	140	Ø10	70,1	2
57,17	RTBC57,2-440FD14	70kVAr / 525VAC	400	330	185	245	349	145	Ø10	74,8	2

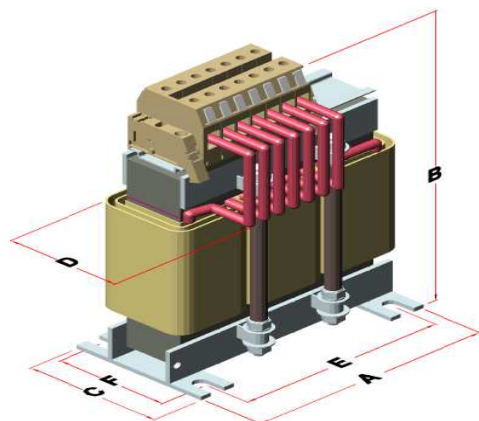


FIG. 1

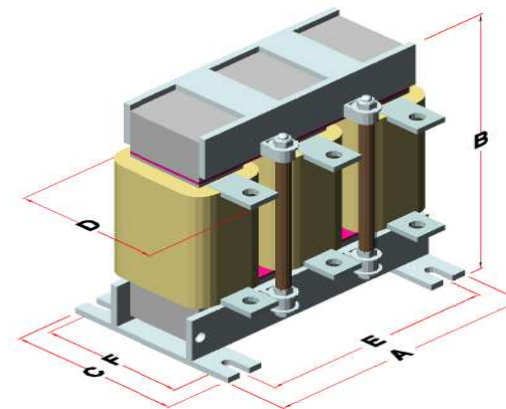


FIG. 2