

Dreiphasen-Filterkreisdrosseln

Technische Beschreibung

Für Unternehmen ist die elektrische Energie ein bedeutungsvoller Produktionsfaktor geworden. Gerade deshalb sollte auch die effiziente Energieaufwendung ein zentrales Ziel eines jeden Betriebes sein. Eine Maßnahme für die rationelle Verwendung elektrischer Energie ist die Reduzierung des Blindstromes durch Kompensationsanlagen. Es gibt eine Vielzahl von elektrischen Betriebsmitteln in den Unternehmen, wie z. B. Asynchronmotoren, Transformatoren, gesteuerte Stromrichter und konventionelle magnetische Vorschaltgeräte für Gasentladungslampen, die Blindleistung aufnehmen. Die speisenden Versorgungsnetze werden durch die Kompensationsanlagen von der Blindstrombelastung entbunden und der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ nahe 1 eingestellt. Kompensationsanlagen bestehen in der Regel aus einzelnen Kondensatoren, die zu Gruppen zusammengeschaltet werden und damit sogenannte Kondensatorbänke bilden. Ein Blindstromregler schaltet dann je nach Blindstrombedarf die einzelnen Kondensatorbänke an das betriebliche Versorgungsnetz und hält den eingestellten Leistungsfaktor konstant.

Durch den vermehrten Einsatz von stromrichtergesteuerten Antrieben und Verbrauchern, die ebenfalls eine nicht sinusförmige Stromaufnahme haben, wird das gesamte Versorgungsnetz mit Oberschwingungsströmen belastet. Die Kompensationsanlage kann aber mit dem speisenden Netz einen Schwingkreis bilden. Die Resonanzfrequenzen liegen dabei erfahrungsgemäß im Bereich von 250 Hz bis 350 Hz, d. h. im Bereich der 5ten und der 7ten Oberwelle der Oberschwingungsströme. Wenn in diesem Schwingkreis eine Resonanz entsteht, kann dies folgende Auswirkungen haben:

- Abfließen hoher Oberschwingungsströme in das speisende Netz
- Störung von EDV-Anlagen und elektronischen Steuerungen
- Überbeanspruchung der Kompensationskondensatoren
- Auslösen von Leistungsschaltern

Diese Resonanzerscheinungen können aber durch das Verdrosseln der Kompensationskondensatoren vermieden werden. Durch diese Maßnahme wird die Resonanzfrequenz wesentlich kleiner als die Frequenz der Oberschwingungsströme. Die verdrosselte Kondensatorbatterie stellt dann eine überwiegend induktive Last für das Versorgungsnetz dar, ohne der Möglichkeit für die Bildung eines Resonanzkreises.

Die Verkleinerung der Resonanzfrequenz wird durch den Verdrosselungsfaktor P gekennzeichnet, wobei der Verdrosselungsfaktor P das Verhältnis der Filterkreisdrosselreaktanz und der Reaktanz der Kondensatorbatterie darstellt:

$$P = \frac{X_L}{X_C} \quad \text{mit: } X_L = \text{Reaktanz der Filterkreisdrossel bei 50 Hz}$$
$$X_C = \text{Reaktanz der Kondensatorbatterie bei 50 Hz}$$

Der Einfluss des Verdrosselungsfaktors P auf die Resonanzfrequenz ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Verdrosselungsfaktor	Resonanzfrequenz/Hz
0,0567 = 5,67 %	210
0,07 = 7 %	189
0,08 = 8 %	177
0,125 = 12,5 %	141
0,14 = 14 %	134

Dreiphasen-Filterkreisdrosseln

Technische Beschreibung

Die bevorzugte Verdrosselung beträgt dabei $P = 7\%$. Die Filterkreisdrosseln der Firma GETRA sind für eine Grundstrombelastung von $I_1 = 1,06 \times I_N$ (mit $I_N =$ Grundswingungsstrom der verdrosselten Kondensatoren) und für die folgende Oberschwingungsbelastung des Versorgungsnetzes bei einer Einschaltdauer von $ED = 100\%$ ausgelegt:

$$U_3 = 0,5\% \text{ von } U_N$$

$$U_5 = 5,0\% \text{ von } U_N$$

$$U_7 = 5,0\% \text{ von } U_N$$

Eine um 5% höhere thermische Belastung der Filterkreisdrosseln ist bei der Auslegung bereits berücksichtigt worden. Die Linearität (lin) der L/I-Kennlinie ist außerdem bis $I_{lin} = 1,2 \times (I_1 + I_3 + I_5 + I_7)$ gewährleistet, wobei $L_{lin} \geq 0,95 \times L_N$ ist.

Bezeichnungen

U_n (V)	: Nennspannung
f_n (Hz)	: Nennfrequenz
P (%)	: Verdrosselungsfaktor
N_c (kvar)	: Kompensationsleistung der Kondensatorbatterie
Q_c (kvar)	: Kondensatorleistung
L (mH)	: Induktivität
I_1 (A)	: Grundswingungsstrom (erhöht um 6 % wegen der Berücksichtigung der Spannungsüberhöhung)
Type	: Bezeichnung des Filterkreisdrosseltyps
Kerntype	: Bezeichnung des verwendeten Typs
K	: Kennung der verschiedenen Anschlussarten: 1: Klemmen 2: Kabelschuhe
Gew. (kg)	: Gewicht der Filterkreisdrossel

Dreiphasen-Filterkreisdrosseln

P = 5,67%

U_N = 400V

f_N = 50Hz

LEISTUNGSANGEPASST

Type	Nc (kvar)	Qc (kvar)	L (mH)	I _l (A)	Kerntype 3UI	K	Gew. (kg)
FKD 5,0-5	5,0	4,7	6,123	7,6	78/41,5	1	5,4
FKD 6,2-5	6,2	5,9	4,898	9,6	90/31,5	1	6,5
FKD 7,5-5	7,5	7,1	4,082	11,5	90/51,5	1	8,7
FKD 10,0-5	10,0	9,4	3,061	15,3	90/51,5	1	9,4
FKD 12,5-5	12,5	11,8	2,449	19,1	114/40	1	12,4
FKD 15,0-5	15,0	14,1	2,041	22,9	114/40	1	14,1
FKD 17,5-5	17,5	16,5	1,749	26,8	114/64	1	18,7
FKD 20,0-5	20,0	18,9	1,531	30,6	114/64	2	21,1
FKD 22,5-5	22,5	21,2	1,361	34,4	114/64	2	21,9
FKD 25,0-5	25,0	23,6	1,225	38,2	114/64	2	18,3
FKD 30,0-5	30,0	28,3	1,020	45,9	120/71	2	22,1
FKD 35,0-5	35,0	33,0	0,875	53,5	132/46	2	21,3
FKD 40,0-5	40,0	37,7	0,765	61,2	132/60	2	26,3
FKD 45,0-5	45,0	42,4	0,680	68,8	132/72	2	31,3
FKD 50,0-5	50,0	47,2	0,612	76,5	150/52	2	31,0
FKD 55,0-5	55,0	51,9	0,557	84,1	150/65	2	36,2
FKD 60,0-5	60,0	56,6	0,510	91,8	150/65	2	38,1

P = 5,67%

U_N = 400V

f_N = 50Hz

NICHT LEISTUNGSANGEPASST

Type	Nc (kvar)	Qc (kvar)	L (mH)	I _l (A)	Kerntype 3UI	K	Gew. (kg)
FKD 5,3-5	5,3	5,0	5,775	8,1	90/31,5	1	6,1
FKD 6,6-5	6,6	6,2	4,620	10,1	90/51,5	1	8,5
FKD 8,0-5	8,0	7,5	3,850	12,2	90/51,5	1	8,9
FKD 10,6-5	10,6	10,0	2,888	16,2	90/51,5	1	9,9
FKD 13,3-5	13,3	12,5	2,310	20,3	114/40	1	12,5
FKD 15,9-5	15,9	15,0	1,925	24,3	114/40	1	14,0
FKD 18,6-5	18,6	17,5	1,650	28,4	114/64	1	18,9
FKD 21,2-5	21,2	20,0	1,444	32,4	114/64	1	21,1
FKD 23,9-5	23,9	22,5	1,283	36,5	114/64	1	17,6
FKD 26,5-5	26,5	25,0	1,155	40,5	114/64	1	18,4
FKD 31,8-5	31,8	30,0	0,963	48,7	132/46	2	20,7
FKD 37,1-5	37,1	35,0	0,825	56,8	132/60	2	25,3
FKD 42,4-5	42,4	40,0	0,722	64,9	132/72	2	29,6
FKD 47,7-5	47,7	45,0	0,642	73,0	150/52	2	31,5
FKD 53,0-5	53,0	50,0	0,578	81,1	150/65	2	34,4
FKD 58,3-5	58,3	55,0	0,525	89,2	150/65	2	37,0
FKD 63,6-5	63,6	60,0	0,481	97,3	150/77	2	44,7

P = 7%

U_N = 400V

f_N = 50Hz

LEISTUNGSANGEPASST

Type	Nc (kvar)	Qc (kvar)	L (mH)	I _l (A)	Kerntype 3UI	K	Gew. (kg)
FKD 5,0-7	5,0	4,7	7,667	7,6	75/41,5	1	5,4
FKD 6,2-7	6,2	5,8	6,133	9,6	90/31,5	1	6,5
FKD 7,5-7	7,5	7,0	5,111	11,5	90/31,5	1	7,0
FKD 10,0-7	10,0	9,3	3,833	15,3	90/51,5	1	9,3
FKD 12,5-7	12,5	11,6	3,067	19,1	90/51,5	1	10,2
FKD 15,0-7	15,0	14,0	2,556	22,9	114/40	1	13,1
FKD 17,5-7	17,5	16,3	2,191	26,8	114/40	1	13,6
FKD 20,0-7	20,0	18,6	1,917	30,6	114/64	1	18,6
FKD 22,5-7	22,5	20,9	1,704	34,4	114/64	1	18,8
FKD 25,0-7	25,0	23,3	1,533	38,2	114/64	1	19,5
FKD 30,0-7	30,0	27,9	1,278	45,9	120/61	2	22,9
FKD 35,0-7	35,0	32,6	1,095	53,5	120/71	2	25,3
FKD 40,0-7	40,0	37,2	0,958	61,2	132/46	2	21,0
FKD 45,0-7	45,0	41,9	0,852	68,8	132/60	2	24,4
FKD 50,0-7	50,0	46,5	0,767	76,5	132/72	2	28,4
FKD 55,0-7	55,0	51,2	0,697	84,1	150/52	2	29,0
FKD 60,0-7	60,0	55,8	0,639	91,8	150/52	2	29,4

P = 7%

U_N = 400V

f_N = 50Hz

NICHT LEISTUNGSANGEPASST

Type	Nc (kvar)	Qc (kvar)	L (mH)	I _l (A)	Kerntype 3UI	K	Gew. (kg)
FKD 5,4-7	5,4	5,0	7,130	8,2	75/41,5	1	5,4
FKD 6,7-7	6,7	6,3	5,704	10,3	90/31,5	1	6,4
FKD 8,1-7	8,1	7,5	4,753	12,3	90/51,5	1	8,7
FKD 10,8-7	10,8	10,0	3,565	16,5	90/51,5	1	9,4
FKD 13,4-7	13,4	12,5	2,852	20,6	90/51,5	1	10,3
FKD 16,1-7	16,1	15,0	2,377	24,7	114/40	1	12,9
FKD 18,8-7	18,8	17,5	2,037	28,8	114/64	1	18,9
FKD 21,5-7	21,5	20,0	1,783	32,9	114/64	1	18,8
FKD 24,2-7	24,2	22,5	1,584	37,0	114/64	1	19,6
FKD 26,9-7	26,9	25,0	1,426	41,1	114/64	1	19,6
FKD 32,3-7	32,3	30,0	1,188	49,4	120/71	2	24,8
FKD 37,6-7	37,6	35,0	1,019	57,6	132/46	2	21,7
FKD 43,0-7	43,0	40,0	0,891	65,8	132/60	2	25,0
FKD 48,4-7	48,4	45,0	0,792	74,0	132/60	2	26,4
FKD 53,8-7	53,8	50,0	0,713	82,3	132/72	2	29,8
FKD 59,1-7	59,1	55,0	0,648	90,5	150/52	2	31,9
FKD 64,5-7	64,5	60,0	0,594	98,7	150/65	2	36,3

Dreiphasen-Filterkreisdrosseln

P = 8%

$U_N = 400V$

$f_N = 50Hz$

LEISTUNGSANGEPASST

Type	Nc (kvar)	Qc (kvar)	L (mH)	I_1 (A)	Kerntype 3UI	K	Gew. (kg)	Type	Nc (kvar)	Qc (kvar)	L (mH)	I_1 (A)	Kerntype 3UI	K	Gew. (kg)
FKD 5,0-8	5,0	4,6	8,857	7,6	75/41,5	1	5,4	FKD 5,4-8	5,4	5,0	8,149	8,3	75/41,5	1	5,4
FKD 6,2-8	6,2	5,7	7,086	9,6	90/31,5	1	6,6	FKD 6,8-8	6,8	6,2	6,519	10,4	90/31,5	1	6,6
FKD 7,5-8	7,5	6,9	5,905	11,5	90/51,5	1	9,1	FKD 8,2-8	8,2	7,5	5,432	12,5	90/51,5	1	8,9
FKD 10,0-8	10,0	9,2	4,429	15,3	90/51,5	1	9,6	FKD 10,9-8	10,9	10,0	4,074	16,6	90/51,5	1	9,6
FKD 12,5-8	12,5	11,5	3,543	19,1	114/40	1	13,0	FKD 13,6-8	13,6	12,5	3,259	20,8	114/40	1	13,1
FKD 15,0-8	15,0	13,8	2,952	22,9	114/40	1	13,8	FKD 16,3-8	16,3	15,0	2,716	24,9	114/40	1	13,4
FKD 17,5-8	17,5	16,1	2,531	26,8	114/64	1	18,7	FKD 19,0-8	19,0	17,5	2,328	29,1	114/64	1	18,9
FKD 20,0-8	20,0	18,4	2,214	30,6	114/64	1	19,1	FKD 21,7-8	21,7	20,0	2,037	33,3	114/64	1	18,9
FKD 22,5-8	22,5	20,7	1,968	34,4	114/64	1	18,9	FKD 24,5-8	24,5	22,5	1,811	37,4	114/64	2	20,7
FKD 25,0-8	25,0	23,0	1,771	38,2	114/64	2	20,5	FKD 27,2-8	27,2	25,0	1,630	41,6	114/64	2	21,7
FKD 30,0-8	30,0	27,6	1,476	45,9	120/61	2	22,4	FKD 32,6-8	32,6	30,0	1,358	49,9	120/71	2	25,4
FKD 35,0-8	35,0	32,2	1,265	53,5	120/71	2	26,8	FKD 38,0-8	38,0	35,0	1,164	58,2	132/46	2	21,3
FKD 40,0-8	40,0	36,8	1,107	61,2	132/60	2	23,9	FKD 43,5-8	43,5	40,0	1,019	66,5	132/60	2	25,7
FKD 45,0-8	45,0	41,4	0,984	68,8	132/60	2	25,8	FKD 48,9-8	48,9	45,0	0,905	74,8	132/72	2	29,6
FKD 50,0-8	50,0	46,0	0,886	76,5	132/72	2	29,6	FKD 54,3-8	54,3	50,0	0,815	83,2	150/52	2	31,7
FKD 55,0-8	55,0	50,6	0,805	84,1	150/52	2	31,7	FKD 59,8-8	59,8	55,0	0,741	91,5	150/65	2	34,0
FKD 60,0-8	60,0	55,2	0,738	91,8	150/65	2	34,7	FKD 65,2-8	65,2	60,0	0,679	99,8	150/65	2	36,2

P = 8%

$U_N = 400V$

$f_N = 50Hz$

NICHT LEISTUNGSANGEPASST

P = 12,5%

$U_N = 400V$

$f_N = 50Hz$

LEISTUNGSANGEPASST

Type	Nc (kvar)	Qc (kvar)	L (mH)	I_1 (A)	Kern- type 3UI	K	Gew. (kg)	Type	Nc (kvar)	Qc (kvar)	L (mH)	I_1 (A)	Kern- type 3UI	K	Gew. (kg)
FKD 5,0-12	5,0	4,4	14,551	7,6	90/51,5	1	9,0	FKD 5,7-12	5,7	5,0	12,732	8,7	90/51,5	1	9,0
FKD 6,2-12	6,2	5,5	11,641	9,6	90/51,5	1	9,6	FKD 7,1-12	7,1	6,2	10,185	10,9	90/51,5	1	9,9
FKD 7,5-12	7,5	6,6	9,701	11,5	114/40	1	12,1	FKD 8,6-12	8,6	7,5	8,488	13,1	114/40	1	12,2
FKD 10,0-12	10,0	8,7	7,276	15,3	114/40	1	13,3	FKD 11,4-12	11,4	10,0	6,366	17,5	114/40	1	12,9
FKD 12,5-12	12,5	10,9	5,821	19,1	114/64	1	18,0	FKD 14,3-12	14,3	12,5	5,093	21,9	114/64	2	20,4
FKD 15,0-12	15,0	13,1	4,850	22,9	114/64	1	19,7	FKD 17,1-12	17,1	15,0	4,244	26,2	114/64	2	20,5
FKD 17,5-12	17,5	15,3	4,158	26,8	114/64	1	19,2	FKD 20,0-12	20,0	17,5	3,638	30,6	120/71	2	24,5
FKD 20,0-12	20,0	17,5	3,638	30,6	120/71	2	24,6	FKD 22,9-12	22,9	20,0	3,183	35,0	120/71	2	26,0
FKD 22,5-12	22,5	19,7	3,234	34,4	120/71	2	26,2	FKD 25,7-12	25,7	22,5	2,829	39,3	132/46	2	21,1
FKD 25,0-12	25,0	21,9	2,910	38,2	132/64	2	21,5	FKD 28,6-12	28,6	25,0	2,546	43,7	132/46	2	22,1
FKD 30,0-12	30,0	26,2	2,425	45,9	132/60	2	24,8	FKD 34,3-12	34,3	30,0	2,122	52,5	132/60	2	26,6
FKD 35,0-12	35,0	30,6	2,079	53,5	132/72	2	29,1	FKD 40,0-12	40,0	35,0	1,819	61,2	132/72	2	31,5
FKD 40,0-12	40,0	35,0	1,819	61,2	150/52	2	30,4	FKD 45,7-12	45,7	40,0	1,592	69,9	150/52	2	34,1
FKD 45,0-12	45,0	39,4	1,617	68,8	150/65	2	35,2	FKD 51,4-12	51,4	45,0	1,415	78,7	150/65	2	38,5
FKD 50,0-12	50,0	43,7	1,455	76,5	150/65	2	37,7	FKD 57,1-12	57,1	50,0	1,273	87,4	150/77	2	42,4
FKD 55,0-12	55,0	48,1	1,323	84,1	150/77	2	41,7	FKD 62,9-12	62,9	55,0	1,157	96,2	150/77	2	42,2
FKD 60,0-12	60,0	52,5	1,213	91,8	150/77	2	43,7	FKD 68,6-12	68,6	60,0	1,061	104,9	150/77	2	44,3

P = 12,5%

$U_N = 400V$

$f_N = 50Hz$

NICHT LEISTUNGSANGEPASST

Dreiphasen-Filterkreisdrosseln

P = 14%

$U_N = 400V$

$f_N = 50Hz$

P = 14%

$U_N = 400V$

$f_N = 50Hz$

LEISTUNGSANGEPASST

NICHT LEISTUNGSANGEPASST

Type	Nc (kvar)	Qc (kvar)	L (mH)	I _l (A)	Kern- type 3UI	K	Gew. (kg)	Type	Nc (kvar)	Qc (kvar)	L (mH)	I _l (A)	Kern- type 3UI	K	Gew. (kg)
FKD 5,0-14	5,0	4,3	16,582	7,6	90/51,5	1	9,1	FKD 5,8-14	5,8	5,0	14,260	8,9	90/51,5	1	9,0
FKD 6,2-14	6,2	5,4	13,265	9,6	90/51,5	1	9,5	FKD 7,3-14	7,3	6,2	11,408	11,1	90/51,5	1	10,0
FKD 7,5-14	7,5	6,4	11,054	11,5	114/40	1	12,1	FKD 8,7-14	8,7	7,5	9,507	13,3	114/40	1	12,3
FKD 10,0-14	10,0	8,6	8,291	15,3	114/40	1	13,5	FKD 11,6-14	11,6	10,0	7,130	17,8	114/40	1	14,0
FKD 12,5-14	12,5	10,7	6,633	19,1	114/64	1	17,6	FKD 14,5-14	14,5	12,5	5,704	22,2	114/64	1	20,3
FKD 15,0-14	15,0	12,9	5,527	22,9	114/64	1	19,6	FKD 17,4-14	17,4	15,0	4,753	26,7	120/61	1	22,3
FKD 17,5-14	17,5	15,0	4,738	26,8	120/61	1	22,3	FKD 20,3-14	20,3	17,5	4,074	31,1	120/71	1	24,5
FKD 20,0-14	20,0	17,2	4,145	30,6	120/71	1	24,5	FKD 23,3-14	23,3	20,0	3,565	35,6	132/46	2	20,2
FKD 22,5-14	22,5	19,3	3,685	34,4	132/46	2	20,5	FKD 26,2-14	26,2	22,5	3,169	40,0	132/60	2	23,8
FKD 25,0-14	25,0	21,5	3,316	38,2	132/46	2	21,7	FKD 29,1-14	29,1	25,0	2,852	44,5	132/60	2	25,1
FKD 30,0-14	30,0	25,8	2,764	45,9	132/60	2	26,5	FKD 34,9-14	34,9	30,0	2,377	53,4	132/72	2	30,4
FKD 35,0-14	35,0	30,1	2,369	53,5	132/72	2	30,2	FKD 40,7-14	40,7	35,0	2,037	62,3	150/52	2	33,4
FKD 40,0-14	40,0	34,4	2,073	61,2	150/52	2	33,4	FKD 46,5-14	46,5	40,0	1,783	71,2	150/65	2	37,7
FKD 45,0-14	45,0	38,7	1,842	68,8	150/65	2	38,1	FKD 52,3-14	52,3	45,0	1,584	80,1	150/77	2	40,5
FKD 50,0-14	50,0	43,0	1,658	76,5	150/77	2	41,8	FKD 58,1-14	58,1	50,0	1,426	89,0	150/77	2	43,4
FKD 55,0-14	55,0	47,3	1,507	84,1	150/77	2	43,9	FKD 64,0-14	64,0	55,0	1,296	97,8	150/77	2	44,4
FKD 60,0-14	60,0	51,6	1,382	91,8	150/77	2	44,4	FKD 69,8-14	69,8	60,0	1,188	106,7	150/77	2	44,3