

Blindstromkompensation

Allgemeine Technische Informationen



Inhaltsverzeichnis

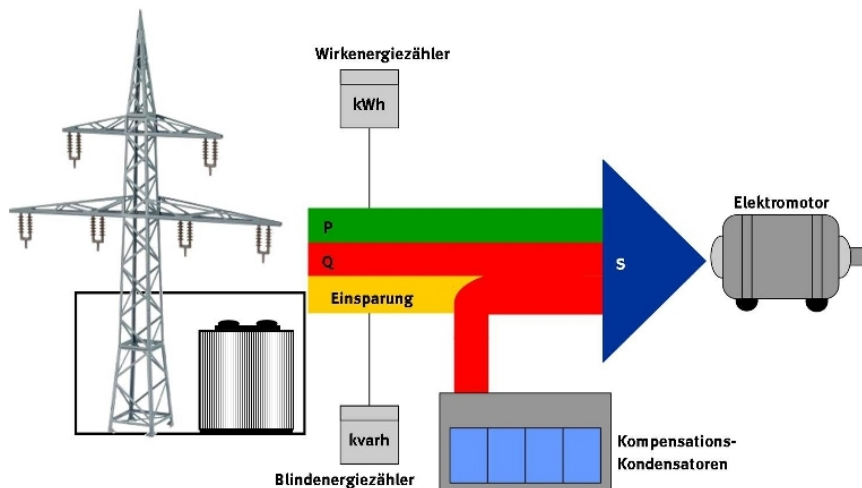
1.	Grundlagen	3
1.1	Was ist Blindstrom	3
1.2	Warum wird kompensiert	3
1.3	Aufgaben einer Blindstromkompensationsanlage	3
1.4	Zusätzliche Aufgaben einer verdrosselten Blindstromkompensationsanlage.....	4
1.5	Netzstruktur	4
2.	Technische Informationen / Formeln	5
2.1	Scheinleistung	5
2.2	Wirkleistung.....	6
2.3	Blindleistung	6
2.4	Wirk- und Blindleistung	7
2.5	Leistungsfaktor	7
2.6	Berechnung der Kompensationsleistung	8
3.	Formen der Blindstromkompensation	10
3.1	Einzelkompensation	10
3.2	Gruppenkompensation	11
3.3	Zentralkompensation	12
4.	Ausführungen von Blindstromkompensationsanlagen	13
4.1	Verdrosselte Kompensation	13
4.1.1	Vorteile einer verdrosselten Kompensationsanlage	13
4.1.2	Verdrosselungsfaktoren für Blindstromkompensationsanlagen.....	14
4.2	Kombinierte Verdrosselung	14
4.3	Abgestimmte Saugkreisanlagen	15
4.4	Thyristoranlagen	15
4.4.1	Einsatzgebiete von Thyristor-Blindstromkompensationsanlagen.....	15
4.4.2	Anwendungen	15

1. Grundlagen

1.1 Was ist Blindstrom

Blindstrom ist der Strom, der bei induktiven Verbrauchern (z.B. Elektromotoren, Transformatoren, Vorschaltgeräten), also Spulen jeder Ausführung, zur Erzeugung eines Magnetfeldes benötigt wird.

In Wechsel- oder Drehstromnetzen wird dieses Magnetfeld mit der Netzfrequenz auf- und abgebaut. Dieser Energieanteil wird nicht in Wirkleistung umgesetzt, sondern pendelt als Blindleistung zwischen Erzeuger und Verbraucher.



1.2 Warum wird kompensiert

- Um die Blindstromkosten einzusparen die von Energieversorgungsunternehmen (EVU) verrechnet werden.
- Geringere Investitions- und Wartungskosten für das Versorgungsnetz.
- Um elektrische Betriebsmittel vom Blindstrom zu entlasten (z.B. Leitungen, Schaltgeräte, Transformatoren, Generatoren). Daraus folgt: Geringere Verluste, geringerer Spannungsabfall, geringere Energiekosten.
- Um bei Erweiterungen die Kosten für eine neue Zuleitung oder für die Anschaffung eines neuen Transformators einzusparen.
- Um den Transformator wirtschaftlicher auszunutzen, d.h. möglichst wenig Energie zu beziehen.
- Um die vom regionalen Energieversorger vorgegebenen Richtwerte einzuhalten (Regionale Werkvorschriften).

1.3 Aufgaben einer Blindstromkompensationsanlage

- Verringerung der Strombezugskosten.
- Verbesserung des Leistungsfaktors.
- Verringerung der Leitungsverluste.
- Schaffung von Leistungsreserven.
- Umweltschonender Energieeinsatz.

1.4 Zusätzliche Aufgaben einer verdrosselten Blindstromkompensationsanlage

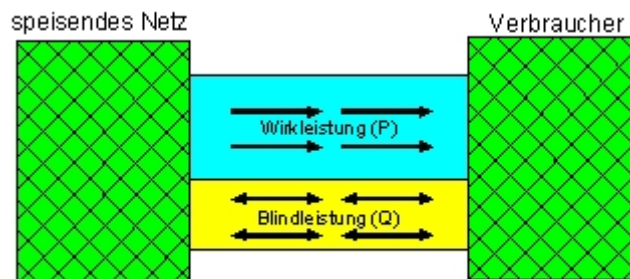
- Verhinderung von Resonanzerscheinungen zwischen Leistungskondensatoren und Netzinduktivitäten.
- Reduzierung von Oberschwingungen und Verbesserung der Netzqualität.
- Erhöhung der Betriebssicherheit.

1.5 Netzstruktur

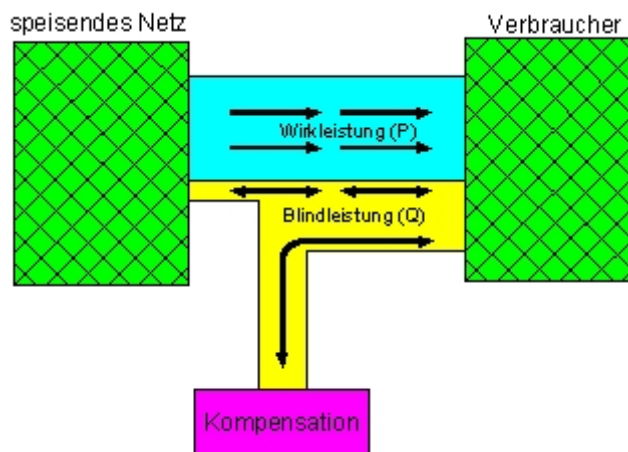
Wenn die induktive Blindleistung z.B. durch einen Kondensator vor Ort kompensiert wird, entfällt der Bezug von Blindleistung vom Energieversorgungsunternehmen (EVU) ganz oder teilweise.

Am wirksamsten ist die Blindstromkompensation, wenn sie verbrauchernah eingesetzt wird.

Ohne Blindstromkompensation:



Mit Blindstromkompensation:



2. Technische Informationen / Formeln

Die vom Energieversorgungsunternehmen gelieferte Leistung wird nicht vollständig in Arbeit umgesetzt. Deshalb bezeichnet man diese Leistung als Scheinleistung (S). Die Leistung die in Arbeit umgesetzt wird als Wirkleistung (P) bezeichnet. Die Blindleistung (Q) belastet nur das Netz.

2.1 Scheinleistung

Die Scheinleistung ist entscheidend für die Belastung der elektrischen Leitungsnetze. Transformatoren, Generatoren, Schaltanlagen, Sicherungen und Leitungsquerschnitte müssen für die auftretende Scheinleistung (S) dimensioniert sein.



Die Scheinleistung ist das ohne Berücksichtigung der Phasenverschiebung gewonnene Produkt aus Spannung (U) und Strom (I).

$$S = U * I$$

Die Scheinleistung ergibt sich aus der geometrischen Addition von Wirkleistung und Blindleistung.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Für Wirkleistung steht

$$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

Für Blindleistung steht

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Legende:

$$S = VA$$

$$U = V$$

$$I = A$$

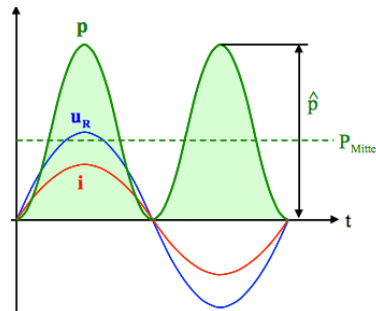
$$P = W$$

$$Q = var$$

2.2 Wirkleistung

Wirkleistung ist der in nichtelektrische Form umgewandelte und von Zähler registrierte Teil der Leistung (z.B. Wärme, Licht, mechanische Leistung).

Beispiel: Strom und Spannung sind in Phase. Die Wirkleistung hat die doppelte Netzfrequenz und verläuft voll im positiven Bereich, da auch das Produkt zweier negativer Zahlen positiv ist.



Bei rein ohmscher Belastung wird die Wirkleistung aus dem Produkt der Effektivwerte von Strom (I) und Spannung (U) errechnet.

$$P = U * I$$

Legende:

$$P = W$$

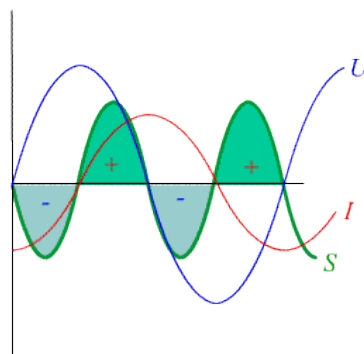
$$U = V$$

$$I = A$$

2.3 Blindleistung

Reine induktive Blindleistung tritt bei Motoren und Transformatoren im Leerlaufbetrieb auf, wenn man von Verlusten absieht.

Von beinahe rein kapazitiver Blindleistung kann man bei Leitungskondensatoren sprechen, da diese extra niedrige Verluste aufweisen. Wenn Spannungs- und Stromkurve um 90° gegeneinander verschoben sind, verläuft die Leistungskurve zu einer Hälfte im positiven, zur anderen im negativen Bereich. Die Wirkleistung ist Null, da positive und negative Flächen sich gegenseitig aufheben.



Die Blindleistung, die zum Auf- und Abbau des magnetischen Feldes zwischen Erzeuger und Verbraucher pendelt errechnet sich wie folgt.

$$Q = U * I * \sin \Phi$$

Legende:

$$Q = \text{var}$$

$$U = V$$

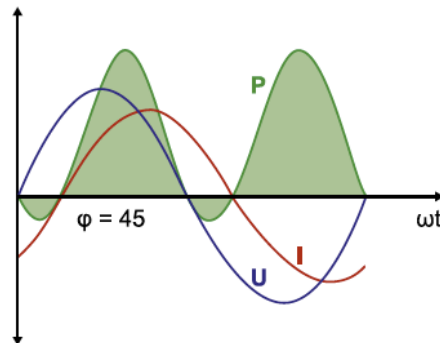
$$I = A$$

2.4 Wirk- und Blindleistung

Für alle Verbraucher, die zur Funktion ein magnetisches Feld benötigen, gilt: Der zum Aufbau und Umpolen des magnetischen Feldes benutzte Strom wird nicht verbraucht, sondern pendelt als Blindstrom zwischen Erzeuger und Verbraucher hin und her. Es tritt eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung auf.

Bei induktiver Last eilt der Strom der Spannung nach, bei kapazitiver Last eilt der Strom der Spannung voraus.

Berechnet man jetzt nach $P = U \cdot I$ die Augenblickswerte der Leistung, so erhält man immer dann negative Werte, wenn U und I verschiedene Vorzeichen aufweisen.



Die Wirkleistung errechnet sich in diesem Fall aus:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \Phi$$

Legende: $P = \text{var}$
 $U = \text{V}$
 $I = \text{A}$

2.5 Leistungsfaktor

Bei Sinusströmen stimmt der Leistungsfaktor mit dem Phasenwinkel $\cos \Phi$ überein. Der Leistungsfaktor ist ein Mass dafür, welcher Teil der Scheinleistung in Wirkleistung umgesetzt wird. Bei gleichbleibender Wirkleistung ist die Scheinleistung umso grösser, je kleiner der $\cos \Phi$ ist.

Soll beispielsweise Wirkleistung bei einem Leistungsfaktor von $\cos \Phi = 0,5$ zu einem Verbraucher transportiert werden, so müssen Transformatoren und Leitungsnetze bei gleicher Wirkleistung für den doppelten Strom ausgelegt sein.

Das Verhältnis von Wirkleistung zur Scheinleistung nennt man Leistungsfaktor oder Wirkfaktor ($\cos \Phi$).

$$\cos \Phi = P / S$$

Legende: $P = \text{W}$
 $S = \text{VA}$

Das Verhältnis von Blindleistung zur Scheinleistung nennt man Blindfaktor ($\sin \Phi$).

$$\sin \Phi = Q / S$$

Legende: $Q = \text{var}$
 $S = \text{VA}$

2.6 Berechnung der Kompensationsleistung

Vorhanden		Gefordert cos Φ 2						
Tan Φ 1	Cos Φ 1	0,80	0,85	0,90	0,92	0,95	0,98	1,00
3,18	0,30	2,43	2,56	2,70	2,75	2,85	2,98	3,18
2,96	0,32	2,21	2,34	2,48	2,53	2,63	2,76	2,96
2,77	0,34	2,02	2,15	22,28	2,34	2,44	2,56	2,77
2,59	0,36	1,84	1,97	2,10	2,17	2,26	2,39	2,59
2,43	0,38	1,68	1,81	1,95	2,01	2,11	2,23	2,43
2,29	0,40	1,54	1,67	1,81	1,87	1,96	2,09	2,29
2,16	0,42	1,41	1,54	1,68	1,73	1,83	1,96	2,16
2,04	0,44	1,29	1,42	1,56	1,61	1,71	1,84	2,04
1,93	0,46	1,18	1,31	1,45	1,50	1,60	1,73	1,93
1,83	0,48	1,08	1,21	1,34	1,40	1,50	1,62	1,83
1,73	0,50	0,98	1,11	1,25	1,31	1,40	1,53	1,73
1,64	0,52	0,89	1,02	1,16	1,22	1,31	1,44	1,64
1,56	0,54	0,81	0,94	1,07	1,13	1,23	1,36	1,56
1,48	0,56	0,73	0,86	1,00	1,05	1,15	11,28	1,48
1,40	0,58	0,65	0,78	0,92	0,98	1,08	1,20	1,40
1,33	0,60	0,58	0,71	0,85	0,91	1,00	1,13	1,33
1,30	0,61	0,55	0,68	0,81	0,87	0,97	1,10	1,30
1,27	0,62	0,52	0,65	0,78	0,84	0,94	1,06	1,27
1,23	0,63	0,48	0,61	0,75	0,81	0,90	1,03	1,23
1,20	0,64	0,45	0,58	0,72	0,77	0,87	1,00	1,20
1,11	0,67	0,36	0,49	0,63	0,68	0,78	0,90	1,11
1,08	0,68	0,33	0,46	0,59	0,65	0,75	0,88	1,08
1,05	0,69	0,30	0,43	0,56	0,62	0,72	0,85	1,05
1,02	0,70	0,27	0,40	0,54	0,59	0,69	0,82	1,02
0,99	0,71	0,24	0,37	0,51	0,57	0,66	0,79	0,99
0,96	0,72	0,21	0,34	0,48	0,54	0,64	0,76	0,96
0,94	0,73	0,19	0,32	0,45	0,51	0,61	0,73	0,94
0,91	0,74	0,16	0,29	0,42	0,48	0,58	0,71	0,91
0,88	0,75	0,13	0,26	0,40	0,46	0,55	0,68	0,88
0,86	0,76	0,11	0,24	0,37	0,43	0,53	0,65	0,86
0,83	0,77	0,08	0,21	0,34	0,40	0,50	0,63	0,83
0,80	0,78	0,05	0,18	0,32	0,38	0,47	0,60	0,80
0,78	0,79	0,03	0,16	0,29	0,35	0,45	0,57	0,78

Vorhanden		Gefordert cos Φ 2						
Tan Φ 1	Cos Φ 1	0,80	0,85	0,90	0,92	0,95	0,98	1,00
0,75	0,80	-	0,13	0,27	0,32	0,42	0,55	0,75
0,72	0,81	-	0,10	0,24	0,30	0,40	0,52	0,72
0,70	0,82	-	0,08	0,21	0,27	0,37	0,49	0,70
0,67	0,83	-	0,05	0,19	0,25	0,34	0,47	0,67
0,65	0,84	-	0,03	0,16	0,22	0,32	0,44	0,65
0,62	0,85	-	-	0,14	0,19	0,29	0,42	0,62
0,59	0,86	-	-	0,11	0,17	0,26	0,39	0,59
0,57	0,87	-	-	0,08	0,14	0,24	0,36	0,57
0,54	0,88	-	-	0,06	0,11	0,21	0,34	0,54
0,51	0,98	-	-	0,03	0,09	0,18	0,31	0,51
0,48	0,90	-	-	-	0,06	0,16	0,28	0,48
0,46	0,91	-	-	-	0,03	0,13	0,25	0,46
0,43	0,92	-	-	-	-	0,10	0,22	0,43
0,40	0,93	-	-	-	-	0,07	0,19	0,40
0,36	0,94	-	-	-	-	0,03	0,16	0,36
0,33	0,95	-	-	-	-	-	0,13	0,33
0,29	0,96	-	-	-	-	-	0,09	0,29

Handhabung der Tabelle:

- Schritt 1: Berechnung des tan Φ 1 = Blindverbrauch / Wirkverbrauch (aus Stromrechnung)
- Schritt 2: Aus der Tabelle in der Spalte erforderlicher cos Φ 2 den Faktor auswählen
- Schritt 3: Erforderliche Kompensationsleistung = Faktor * Spitzenleistung (aus Stromrechnung)

3. Formen der Blindstromkompensation

Es werden drei verschiedene Formen der Blindstromkompensation unterschieden:

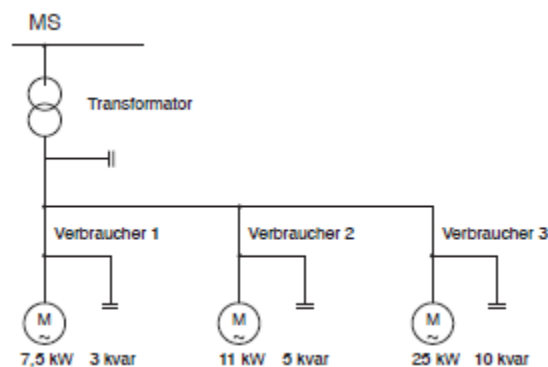
Einzelkompensation: Transformatoren und grössere Verbraucher mit langer Einschaltzeit.

Gruppenkompensation: Mehreren Verbrauchern wird eine Kompensation zugeordnet.

Zentralkompensation: An einem Punkt werden die Netzverhältnisse durch einen Blindleistungsregler erfasst und der gewünschte $\cos \Phi$ automatisch eingeregelt.

3.1 Einzelkompensation

Bei der Einzelkompensation wird jedem Verbraucher ein Kondensator in geeigneter Grösse parallel geschaltet. Man erreicht damit eine volle Entlastung der Leitungen, einschliesslich der Zuleitung zu den kompensierten Verbrauchern.



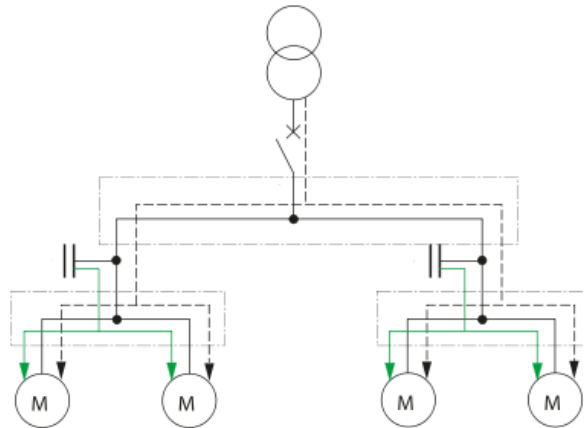
Anwendung: Kompensation von Leerlauf-Blindleistung von Transformatoren
Verbraucher mit extrem hoher Leistung wie z.B. Kompressoren.
Antriebe mit zu geringem Leistungsquerschnitt oder langer Zuleitung.

Vorteile: Entlastung des gesamten innerbetrieblichen Netzes vom Blindstrom.
Verringerung der Verluste im Spannungsabfall.

Nachteile: Die Kompensation ist über den ganzen Betrieb verstreut.
Geeigneter Platzbedarf muss jeweils vorhanden sein.
Hoher Installationsaufwand und höhere Kosten je kvar.
Grössere Kompensationsleistung ist notwendig, da der Gleichzeitigkeitsfaktor nicht berücksichtigt werden kann.

3.2 Gruppenkompensation

Stets gemeinsam eingeschaltete Maschinen können zu einer Gruppe zusammengefasst werden. Für die Gruppe wird ein Kondensator in geeigneter Grösse installiert.



Anwendung: Für mehrere Verbraucher, wenn diese stets gemeinsam betrieben werden.

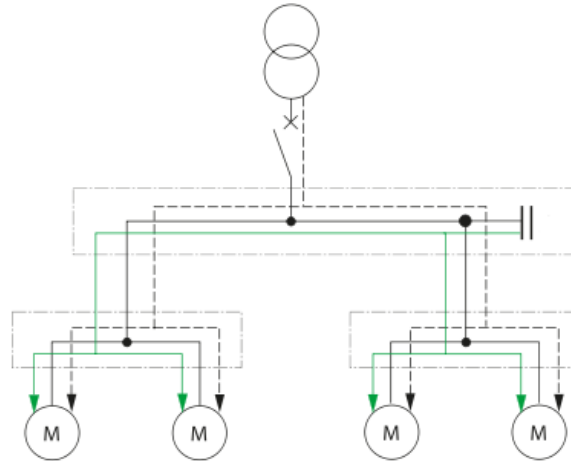
Vorteile: Kostengünstiger als Einzelkomponenten.

Entlastung der Zuleitung zur Gruppe.

Nachteile: Nur für Gruppen von Verbrauchern verwendbar, die stets gemeinsam betrieben werden.

3.3 Zentralkompensation

Die gesamte Kompensation wird an zentraler Stelle angeordnet, z.B. in der Nähe der Niederspannungs-Hauptverteilung. Diese Lösung wird heute in den meisten Fällen realisiert. Die Kompensationsleistung ist auf mehrere Stufen aufgeteilt und wird durch einen automatischen Blindleistungsregler über Schützen oder elektronische Schalter den Lastverhältnissen angepasst.



Anwendung: Kann immer eingesetzt werden, soweit das innerbetriebliche Leitungsnetz nicht unterdimensioniert ist.

Vorteile: Gute Nutzung der installierten Kondensatorleistung, einfache und kostengünstige Installation.

Weniger Kondensatorleistung, da der Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt werden kann.

Bei Netzen mit Oberschwingungen kostengünstiger, da bei Regelanlagen die Mehrkosten für die Verdrosselung geringer ausfallen.

Nachteile: Das innerbetriebliche Netz wird nicht entlastet.

Zusätzliche Kosten für Regler und Stromwandler.

4. Ausführungen von Blindstromkompensationsanlagen

Es werden fünf verschiedene Ausführungsarten von Kompensationsanlagen unterschieden:

Unverdrosselt:	Nur für Netze mit überwiegend linearen Verbrauchern geeignet.
7 % verdrosselt:	Für Netze mit Oberschwingungsbelastung und Rundsteuerfrequenzen über 250 Hz.
14 % verdrosselt:	Für Netze mit Oberschwingungsbelastung und Rundsteuerfrequenz zwischen 186 Hz und 190 Hz.
Saugkreisanlagen:	Speziell ausgelegt zur Netzreinigung bei sehr hoher Oberschwingungsbelastung.
Thyristoranlagen:	Für Produktionsbetriebe mit sehr schnellen Laständerungen.

4.1 Verdrosselte Kompensation

Bei Netzen mit Oberschwingungen werden verdrosselte Kompensationen eingesetzt. Oberschwingungen entstehen beim Betrieb von elektrischen Verbrauchern mit nichtlinearer Spannungs-Strom Charakteristik. Dazu zählen unter anderem Gleich- und Wechselrichter für Antriebe, Schweißmaschinen und unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV). Oberschwingungen sind sinusförmige Spannungen und Ströme mit Frequenzen, welche ein ganzzahliges Vielfaches der Netzfrequenz von 50 Hz oder 60 Hz betragen. In Niederspannungs-Drehstromnetzen sind besonders die 5. und 7. Oberschwingung zu beachten. Bei Einsatz von Leistungskondensatoren für die Blindleistungskompensation in Netzen mit Oberschwingungen sind verdrosselte Kondensatoren zu verwenden, um Resonanzen mit Oberschwingungen zu vermeiden.

Verdrosselte Kondensatoren stellen einen Reihenschwingkreis von Leistungskondensator und Drossel dar, welcher im Resonanzpunkt den kleinsten Widerstand aufweist (annähernd Null unter Vernachlässigung des Wirkwiderstands). Der Reihenschwingkreis wird so abgestimmt, dass die Reihenresonanzfrequenz unterhalb der im Netz vorkommenden Oberschwingungen liegt. Für alle Frequenzen über der Reihenresonanzfrequenz hat die Anordnung ein induktives Verhalten. Dadurch kann es zu keiner Resonanz mit den Netzinduktivitäten kommen.

Abhängig von der gewählten Reihenresonanzfrequenz wird ein Teil der Oberschwingungsströme von den verdrosselten Leistungskondensatoren aufgenommen. Der Rest der Oberschwingungsströme fließt in das übergeordnete Netz. Der Einsatz verdrosselter Leistungskondensatoren trägt damit zur Reduzierung der Netzurückwirkungen durch Oberschwingungen bei und vermindert den störenden Einfluss auf den ordnungsgemässen Betrieb anderer elektrischer Verbraucher.

4.1.1 Vorteile einer verdrosselten Kompensationsanlage

- Einsparung der Blindleistungskosten und gleichzeitig eigene Netzverluste minimieren, die Netzbelastung optimieren und die Netzspannung stabilisieren.
- Absenkung des Scheinstroms und damit die Erhöhung der Übertragungskapazität.
- Verminderung von Resonanzen zwischen Kondensatorenanlage und Netzinduktivität.
- Absaugung von Oberschwingungen und daraus folgend eine erhöhte Betriebssicherheit der angeschlossenen elektrischen Betriebsmittel.

4.1.2 Verdrosselungsfaktoren für Blindstromkompensationsanlagen

Verdrosselungsfaktor p in %	Serienresonanzfrequenz des Schwingkreises in Hz
5,0	224
5,5	213
5,67	210
7,0	189
8,0	177
9,0	167
12,5	141
13,5	136
14,0	134
15,0	129
16,0	125

Hinweis: Verdrosselte und unverdrosselte Blindstromkompensationsanlagen sollten nie am gleichen Netz oder derselben Sammelschiene betrieben werden, da es hierbei zu gefährlichen Parallelresonanzen kommen kann.

4.2 Kombinierte Verdrosselung

Bei diesen Anlagen werden 5,5 % und 12,5 % verdrosselte Kompensationsstufen so zusammengeschaltet, dass ein Leistungsgleichgewicht zwischen beiden Verdrosselungen besteht.

Durch diese Verdrosselungsart wird in Oberschwingungsbehafteten Netzen eine hohe Reduzierung der Netzurückwirkungen erreicht. Oberschwingungspegel, die im übergeordneten Bereich bzw. durch nichtlineare Verbraucher betriebsintern erzeugt werden, können auf zulässige Werte reduziert werden. Die Betriebssicherheit der angeschlossenen Betriebsmittel wird dadurch wesentlich verbessert.

Bedingt durch die hohe Linearität der eingesetzten Drosseln und Kondensatoren in MKK-Technik, kann eine Überbelastung der Kombi-Verdrosselung ausgeschlossen werden.

Gleichzeitig erzielt man eine ausreichend Sperrwirkung gegenüber Rundsteuerfrequenzen im Bereich von 166 Hz – 190 Hz.

4.3 Abgestimmte Saugkreisanlagen

Diese Variante stellt eine Sonderlösung für stark oberwellenhaltige Netze dar. Bei ständig auftretenden Störungen kann die Ursache ein zu hoher Oberschwingungsanteil im Netz sein. Ist dies der Fall, so kann mittels einer abgestimmten Saugkreisanlage direkt vor Ort beim Oberschwingungserzeuger eine hohe Netzreinigung durchgeführt werden. Dabei werden für die auftretenden Oberschwingungen einzelne Serienschwingkreise aufgebaut. Die Saugkreise werden speziell für die 5., 7., 11. und 13. Oberschwingung (= harmonische Oberwellen) ausgelegt. Die Serienschwingkreise werden so abgestimmt, dass sie für die Oberschwingungsströme relativ kleine Impedanzen im Verhältnis zur Netzimpedanz darstellen. Die Oberschwingungsströme werden somit weitgehend von den Saugkreisen aufgenommen. Nur noch ein kleiner Teil fließt ins Netz.

Da die Saugkreise bei der Grundschwingung (50 Hz) stets eine kapazitive Reaktanz darstellen, nehmen die neben den Oberschwingungsströmen auch einen kapazitiven Grundschwingungsstrom auf und tragen damit zur Blindstromkompensation bei.

Beim Zu- und Abschalten von Filterkreisen muss eine bestimmte Schaltfolge eingehalten werden. Die Zuschaltung beginnt mit dem Filterkreis niedrigster Frequenz. Beim Abschalten geht man umgekehrt vor. Diese festgelegte Zu- bzw. Abschaltung ist nötig, weil jeder Filterkreis für Frequenzen unterhalb seiner Resonanzfrequenz kapazitiv wirkt. Bei Missachtung der Schaltfolge sind Parallelresonanzen zwischen kapazitiven Filterkreisen und Netzinduktivitäten mit den bekannten Auswirkungen möglich. Ausserdem können durch Bauteiltoleranzen Filterkreise der gleichen Frequenz einmal kapazitiv und einmal induktiv sein. Auch hier wäre eine Parallelresonanz möglich.

Für die Auslegung solcher Anlagen müssen alle Netzparameter bekannt sein, deshalb sind umfangreiche Netzanalysen notwendig.

4.4 Thyristoranlagen

Der Thyristor ist die anschlussfertige Lösung für schnellschaltende Blindleistungskompensationsanlagen.

Aufgrund seiner Eigenschaften ergeben sich durch den Einsatz des Thyristor-Schnellschalters anstelle klassischer Stellglieder, wie Kondensator-Luftschütze, folgende Vorteile:

- Schnelles Schalten der Kompensationsstufe im ms-Bereich.
- Definiertes Schaltverhalten durch das Vollschwingungstaktprinzip und damit netzrückwirkungsarm.
- Hohe Lebensdauer durch praktisch unbegrenzte Schalthäufigkeit.
- Keine Wartung aufgrund der Verschleissfreiheit.
- Keine Geräuschbildung.
- Einfache Montage durch kombinierte Hutschienen- oder Schraub-Befestigungstechnik.

4.4.1 Einsatzgebiete von Thyristor-Blindstromkompensationsanlagen

- Speicherprogrammierbare Steuerungen.
- Blindleistungsreglern oder Verfahrensreglern.
- Computersystemen oder Prozess-Leittechniken.
- Überall dort wo kapazitive Leistungen schnell und verschleissfrei geschaltet werden müssen.

4.4.2 Anwendungen

Blindleistungskompensation induktiver Lasten, die während des Betriebs häufig und vor allem schnell zu- und abgeschaltet werden. Typische Anwendungsfälle sind:

- Krananlagen, Aufzugsanlagen, Punktschweissmaschinen und Windkraftanlagen

Technische Änderungen und Fehler vorbehalten.
Version V117

Alpiq Digital AG
Bahnhofquai 12
CH-4601 Olten
xamax-ag.ch

T +41 44 866 70 80
F +41 44 866 70 90
xamax@alpiq.com