

Selbstüberwachende Blindleistungs-Kompensationsanlagen

Erhöhung der Zuverlässigkeit der Anlagen durch Überwachung aller Kondensatorstufen in Echtzeit

1. Allgemeine Bedeutung der Blindleistungskompensation

Blindleistungskompensationsanlagen sind heutzutage in jeder Energieeinspeisung industrieübergreifend im Einsatz.

Sie dienen hauptsächlich der Kompensation der induktiven Blindleistung der jeweiligen Verbraucher, um den vom Energieversorger vorgeschriebenen Leistungsfaktor einzuhalten und somit zusätzliche Energiekosten für den Bezug von Blindleistung zu vermeiden. Ein weiterer wichtiger Grund für den Einsatz von Kompensationsanlagen ist die Entlastung der externen und internen Energienetze durch die Vermeidung der Blindleistung und der damit verbundenen zusätzlichen Ströme. Innerhalb der Betriebe können daher bereits bei der Projektierung neuer Anlagen durch sorgfältige Planung der notwendigen Kompensationsanlagen Einsparungen bei der Auslegung von Sammelschienen und Kabeln erreicht werden.

Je nach Einsatzfall und zu kompensierenden Prozessen unterscheidet man zwischen herkömmlichen schützgeschalteten und dynamischen thyristorgesfalteten Kompensationsanlagen.

Herkömmliche Anlagen besitzen eine typische Wiedereinschaltzeit von 40 ... 60s, die - bedingt durch die notwendigen Entladezeiten der Kondensatoren - zwischen den einzelnen Schaltungen eingehalten werden muss. Ein Nachteil dieser Anlagen ist die begrenzte Lebensdauer der Schaltschütze (Anzahl der Schaltspiele) durch die hohen Einschaltströme der Kondensatoren sowie die Beanspruchung der Kondensatoren im Einschaltmoment selbst. Die Lebensdauer dieser Anlagen wird somit durch die Anzahl der Schaltspiele wesentlich bestimmt.

Für schnelle Prozesse (Kräne, Pressen, Schweißprozesse, Aufzüge usw.), bei denen wesentlich kürzere Reaktionszeiten (bis zu wenigen Millisekunden) und auch hohe Schalzhäufigkeiten notwendig sind, werden elektronische Thyristorschalter zum Schalten der Kondensatoren eingesetzt. Diese arbeiten schnell, verschleißfrei und erhöhen die Lebensdauer der Kondensatoren und damit der Anlagen signifikant. Nachteilig sind die höheren Investitionskosten.

Einen ökonomisch/ technischen Kompromiss bilden daher oft so genannte "Hybridanlagen", bei denen die relativ konstante Grundlast herkömmlich, die ständig wechselnden Lasten jedoch dynamisch - mit Thyristorschaltern - kompensiert werden.

2. Derzeitige Situation / herkömmliche Anlagen

Kompensationsanlagen arbeiten nach ihrer Inbetriebnahme meist autonom und werden (leider) selten regelmäßig auf ordnungsgemäße Funktion oder mögliche Verschleißerscheinungen überprüft. Dies hat zur Folge, dass Fehler wie

- Kapazitätsverluste der Kondensatoren
- Ausfälle einzelner Stufen durch Sicherheitsfall
- Schäden durch Überhitzungen in der Anlage oder
- Ausfall der Schaltelemente

meist erst erkannt werden, wenn entweder ein Schaden in der Anlage bereits entstanden ist oder aber eine Fehlfunktion der Kompensationsanlage zu erhöhtem Blindleistungsverbrauch und damit erhöhten Kosten bei der Energieabrechnung geführt hat.

Beide o.g. Fälle haben z.T. erhebliche finanzielle Kosten zur Folge (Reparatur, Schadenbehebung bzw. erhöhte Energiekosten), die vermeidbar gewesen wären.

3. Automatische selbstüberwachende Kompensationsanlagen

Zur Vermeidung der o.g. Risiken und der damit verbundenen Kosten können Kompensationsanlagen durch entsprechende Überwachungsstrategien so ausgelegt werden, dass die Kennwerte jeder einzelnen Kondensatorstufe in Echtzeit überwacht werden und bei Auftreten eines Fehlers eine entsprechende Meldung abgesetzt bzw. bei Bedarf die entsprechende Stufe abgeschaltet wird. Diese Strategie geht über die der normalen "Eigenstrommessung" einer Kompensationsanlage hinaus, bei der die Kondensatorströme nur indirekt und damit fehlerbehaftet erfasst werden können.

Für eine umfassende Überwachung sollten mindestens der Kondensatorstrom der einzelnen Stufen (mehrphasig), die Funktion des Schaltelements (Kontrolle des Schaltverhaltens durch Zuordnung des Status EIN/AUS zum Strom) sowie die Temperatur in Echtzeit überwacht werden. Dies kann durch Implementierung der genannten Funktionen in das entsprechende Schaltelement erfolgen (interne Strom- und Temperaturmessung) oder auch durch zusätzliche Überwachungsbaugruppen in der Kompensation.

4. Realisierung:

Zur Realisierung der genannten Überwachungsfunktionen wurden spezielle Geräte entwickelt, die diese Funktionen unterstützen:

a) dynamische Kompensationsanlagen

Gerade in dynamischen Kompensationsanlagen ist die Überwachung von besonderer Bedeutung, da evtl. Fehler bei den schnellen Schaltfolgen durch visuelle Überprüfung u.U. nicht erkannt werden können.

Zum Schalten von Leistungskondensatoren in dynamischen Anlagen wurde der Thyristorschalter "TSM-LC-S" entwickelt, der über eine interne Strommessung beider geschalteter Phasen, Spannungsmessung sowie eine Temperaturmessung verfügt. Dieser Thyristorschalter verfügt über eine bidirektionale Schnittstelle, über die er angesprochen wird und seine aktuellen Statusdaten an den Blindleistungsregler sendet. Mit der voreingestellten Datenrate von 250000 Baud sind Schaltzeiten von 20ms erreichbar. Die aktuellen Daten jedes Schalters werden vom Blindleistungsregler ausgewertet, angezeigt und zur optimalen Regelung verwendet. Abweichungen von den Nennwerten bzw. Fehlermeldungen werden sofort am Modul sowie am Blindleistungsregler angezeigt. Warnmeldungen können über den Blindleistungsregler ausgegeben werden.



Der "TSM-LC-S" ist in Netzen mit Spannungen von 200...440V einsetzbar und kann max. 50kvar schalten. Am Systembus können bis zu 32 Schalter betrieben werden.

Die Ansteuerung der o.g. Schalter sowie die Auswertung der Daten erfolgt mit dem Blindleistungsregler BR7000-1-TH/S485. Dieser unterstützt die Ansteuerung und Überwachung von bis zu 32 Thyristorschaltern.

Zusätzlich können mit diesem Regler max. 12 herkömmliche schützgeschaltete Kondensatorstufen angesteuert werden. Dadurch wird der Aufbau von gemischten "Hybrid" Anlagen möglich, in denen die Grundlast von den "Standard" Stufen und der dynamische Anteil der Last von den dynamischen Stufen kompensiert wird. Der Vorteil dieser Anlagen liegt in der Ersparnis gegenüber rein dynamischen Anlagen.



Aus den genannten Hauptkomponenten kann nun mittels einer einfachen "Netzwerk"-Verbindung eine vollständige selbstüberwachende dynamische Anlage aufgebaut werden. Die Komponenten werden dabei über standardisierte LAN Patch-Kabel miteinander verbunden. (Stecktechnik) Dies vereinfacht die Installation und verhindert Verdrahtungsfehler.

Für die Stromversorgung der Thyristorschalter sind nur noch ein 24V-Netzteil sowie ein oder mehrere Einspeisemodule "ESP-24" notwendig. Die Einspeisemodule werden direkt im Bus eingeschleift und dienen der Stromversorgung bzw. als Abschlusswiderstand. (Terminierung)

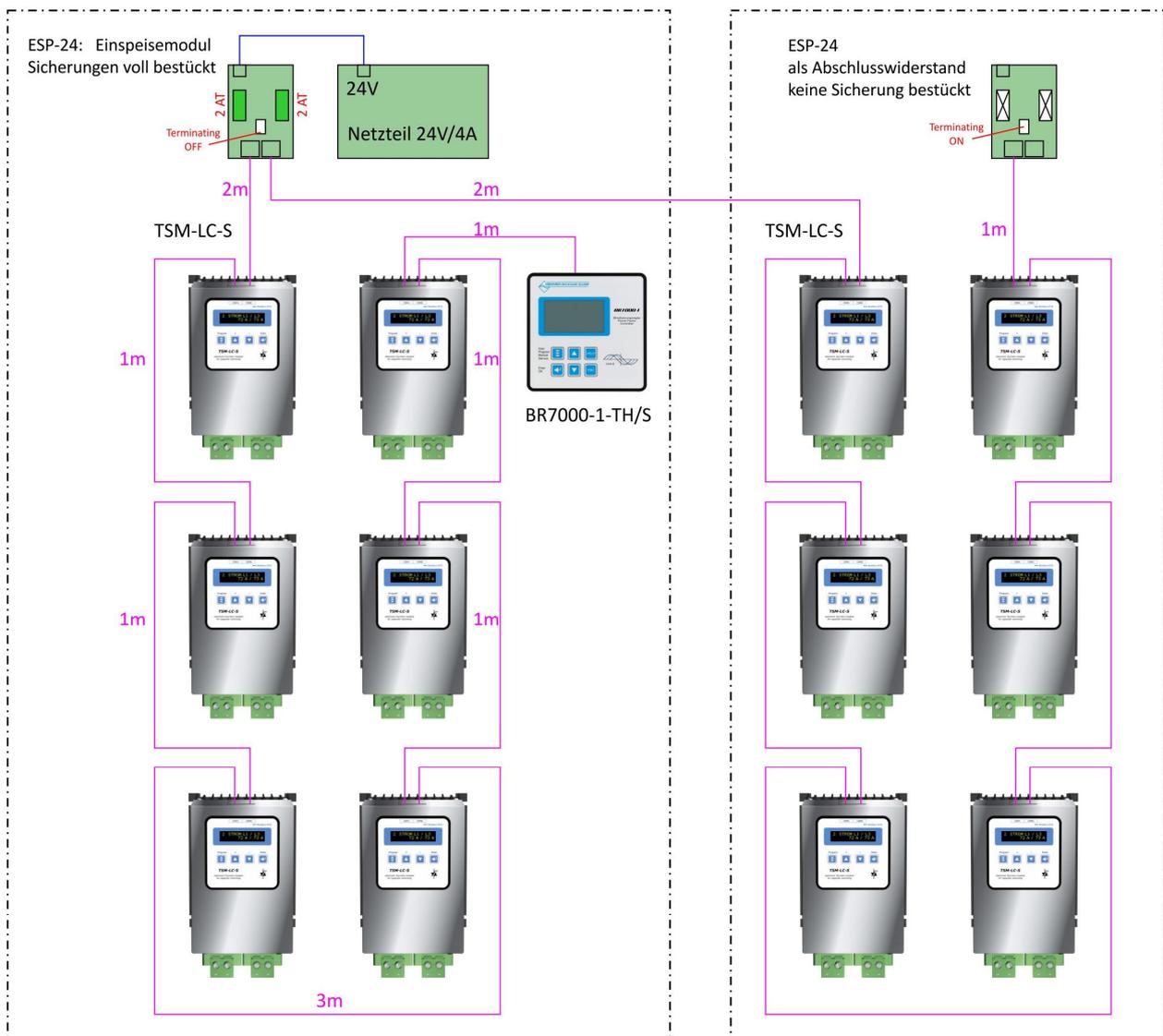


Beispiel der Netzwerk-Verdrahtung einer kompletten Anlage mit 12 Stufen (in 2 Schränken):

Anschlußplan ESP-24 - Beispiel 2:

Busverdrahtung bei Verwendung mit 2 x 6 TSM-LC-S (z.B. 2 Kompenstionschränke)

Bestückung der Sicherungen und Terminierung beachten, das letzte Modul dient als Abschlusswiderstand



Beispiel einer Anlage mit 18 Thyristorschaltern TSM-LC-S (Ausschnitt)

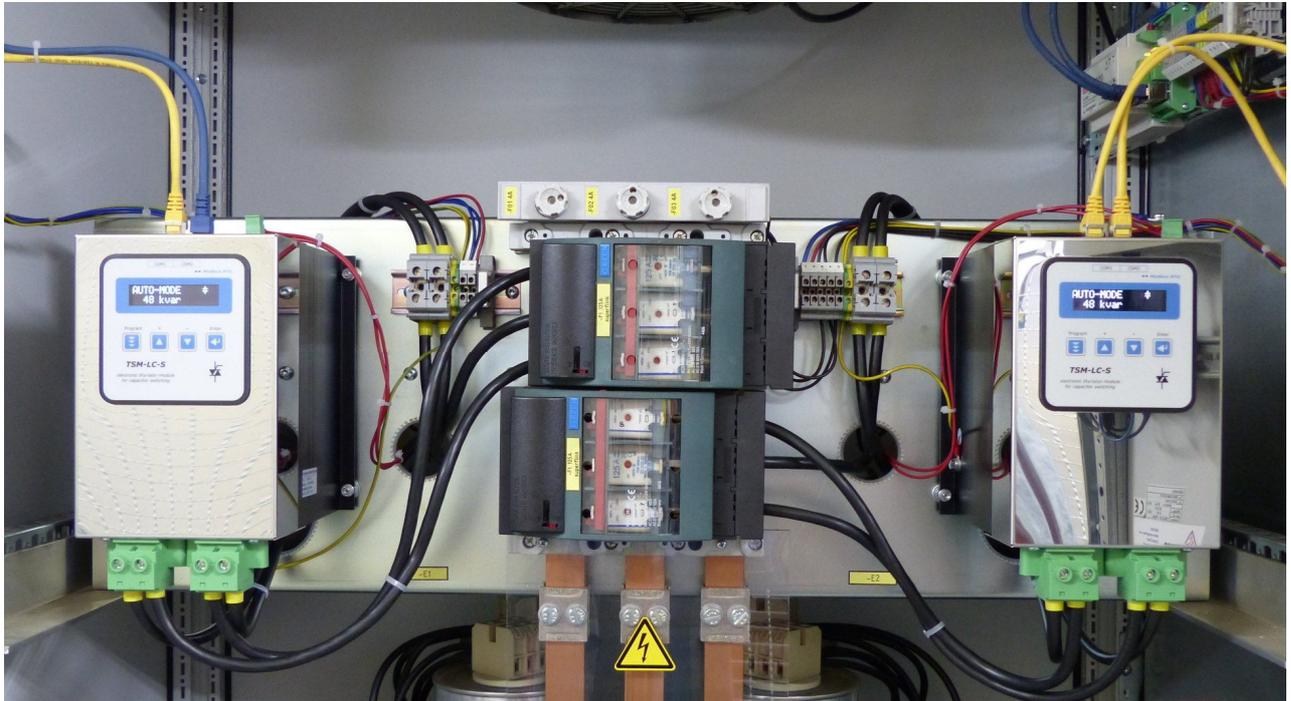
Gesamtleistung 900kvar / Stufenleistung 50 kvar

Die Anlage besteht aus insgesamt 3 Feldern, die jeweils gleich aufgebaut sind.
Die Netzwerkansteuerung (hier gelb bzw. blau) ist gut zu erkennen.



Detail:

An den Thyristorschaltern kann der Schaltzustand (Kondensatorsymbol = EIN) sowie der aktuelle Kondensatorstrom auch direkt abgelesen werden. Fehlerhafte Kondensatoren werden dadurch sofort erkannt.



Eventuelle Fehler in den einzelnen Stufen werden sofort zum Blindleistungsregler gemeldet und von diesem angezeigt bzw. ausgewertet.

b) Überwachung der herkömmlichen (schützgeschalteten) Kompensationsstufen

Um auch die schützgeschalteten Stufen einer Hybridanlage oder generell die Kondensatorschütze in ein derartiges Überwachungssystem einzubeziehen, ist ein entsprechender Überwachungsbaustein in Entwicklung. Dieser ist als Zusatzbaustein zum Schütz zu verstehen und überwacht die Kondensatorströme jeweils 2-phasig. Ein Baustein wird für jede Kondensatorstufe benötigt und kann problemlos in das Netzwerk integriert werden.

Die Auswertung bzw. entsprechende Statusmeldungen erfolgen - wie auch bei den dynamischen Stufen - direkt über den Blindleistungsregler.

5. Fazit:

Eine derartig ausgestattete Kompensationsanlage erlaubt die Überwachung jeder einzelnen Kondensatorstufe in Echtzeit und erhöht die Zuverlässigkeit des Systems signifikant.