

## Applications & Cases



Dynamische Blindleistungskompensation

März 2007

### Sauberes Netz im Dock

Die größte chinesische Werft setzt auf EPCOS-Produkte zur dynamischen Blindleistungskompensation. Damit lassen sich Energiequalität und -kosten deutlich verbessern.

Bis zum Jahr 2015 will die China State Shipbuilding Corporation (CSSC) das weltgrößte Schiffsbauunternehmen sein. Um dieses hohe Ziel zu erreichen, werden die Kapazitäten im Bereich des Schiffbaus bis zum Jahr 2015 von derzeit vier auf 14 Millionen Bruttoregistertonnen erhöht. Dabei

soll die Produktpalette im Bereich Hightech verbreitert werden, sodass unter anderem auch mit Flüssiggas betriebene Schiffe und Luxusliner dort hergestellt werden können. Zudem können so Offshoreanlagen für den Forschungs-/Förder- und Entwicklungsbetrieb gebaut werden.

Die CSSC wurde am 1. Juli 1999 gegründet. Die staatlich zugelassene Investmentfirma ist der Zentralregierung Chinas unmittelbar unterstellt. Unter dem Dach der CSSC sind insgesamt 60 Einzelunternehmen und Beteiligungsgesellschaften vereint, zu denen die größten Schiffsbau- und Schiffsreparaturwerften, Forschungs- und Entwicklungsinstitute, Hersteller von Ausrüstung für den maritimen Bereich sowie Handelsunternehmen in China zählen.



#### STATEMENT



„Die Referenzinstallation demonstriert die Vorteile der dynamischen BLK von EPCOS.“  
**Donald Tang**, Marketing Manager Power Capacitors bei EPCOS in Shanghai

CSSC Changxing Shipbuilding Base liegt im Süden der Insel Changxing in unmittelbarer Nähe von Shanghai, dort wo der Jangtse ins Meer mündet. Mit acht Kilometern Küstenlänge und Wassertiefen zwischen zwölf und 16 Metern handelt es sich um eine ideale Lage für die Ansiedlung von Schiffsbauindustrie. Sieben Docks mit einer Kapazität von acht Millionen Bruttoregistertonnen sollen dort noch vor 2015 fertig gestellt sein. Die Gesamtinvestitionen liegen bei über einer Milliarde Euro. In der momentanen Ausbaustufe beträgt die maximale Kapazität drei Millionen Bruttoregistertonnen.

---

## Applications & Cases

---

### Problemfall nichtlineare Lasten

Wie bei allen Werften besteht auch bei CSSC das Problem nichtlinearer Lasten durch den Einsatz von Schweißgeräten. Durch die großen Transformatoren und getakteten Stromversorgungen ergeben sich enorme induktive Blindleistungen. Verschärft wird die Problematik durch das ständige Ein- und Ausschalten der Schweißgeräte. Das Versorgungsnetz wird daher permanent mit wechselnden Leistungsfaktoren, Transienten und Oberschwingungen beaufschlagt.

In den Netzen ist gerade die Blindleistung ein unerwünschtes Phänomen, denn sie belastet Generatoren, Leitungen und Transformatoren, was zusätzliche Verluste verursacht. Um die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom zu kompensieren, ist der Einsatz von Kondensatoren zur Korrektur des Leistungsfaktors – kurz Blindleistungskompensation (BLK) – gängige Praxis. BLK-Kondensatoren verbessern nicht nur den Leistungsfaktor, sondern auch die Gesamtqualität der zur Verfügung gestellten elektrischen Leistung. So führt beispielsweise eine Verringerung des Oberschwingungsanteils zu einer Stabilisierung der Spannung. Infolgedessen werden elektrische Verluste gesenkt.

Konventionelle BLK-Systeme bestehen aus einem Blindleistungsregler – einer Einheit zur Regelung des Leistungsfaktors – sowie den Kondensatoren zur Korrektur des Leistungsfaktors, die über mechanische Kondensatorschütze auf das Netz geschaltet werden. Die Reaktionszeit zwischen den einzelnen Umschaltvorgängen liegt aufgrund der Entladungszeit der Kondensatoren bei mehr als 60 Sekunden – ein Vorgang, der Auswirkungen auf die Antwortzeit des Gesamtsystems hat.

Wie im Standard IEC831/Teil 1 für Niederspannungs-BLK-Kondensatoren spezifiziert, liegt die maximale Anzahl bei 5000 Schaltvorgängen pro Jahr. Konventionelle BLK-Systeme sind daher für sich langsam ändernde Lastbedingungen konzipiert, bei denen nur wenige Schaltvorgänge pro Tag auftreten. Typische Beispiele sind große Werkzeugmaschinen oder Antriebe mit langer Einschaltdauer.

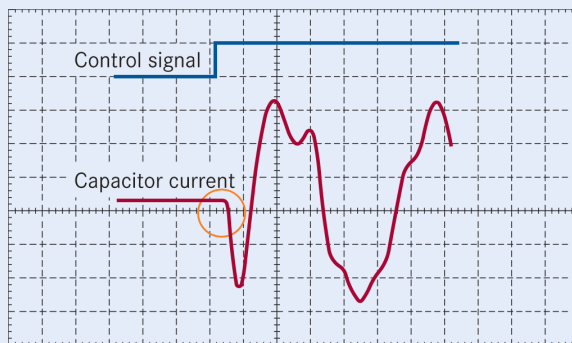
### Schnelle Reaktion durch dynamische BLK

Gerade Lasten, die ständig ein- und ausschalten, beispielsweise Schweißgeräte, fordern eine dynamische Korrektur des Leistungsfaktors in Echtzeit. Solche Systeme nutzen elektronische statt elektromechanische Schalter. Diese Thyristor-Module ermöglichen einerseits eine unbegrenzte Anzahl von Schaltvorgängen und sichern andererseits eine kurze Reaktionszeit auf Lastveränderungen. Je nach Auslegung sind extrem kurze Reaktionszeiten von 5 ms möglich. Mit dem Einsatz der Thyristorschalter entfallen die hohen Einschaltströme, denn die Thyristoren schalten im Nulldurchgang (Abbildung 1). Es entstehen keine Einschaltströme, d.h. schädliche Netzrückwirkungen werden vermieden. Damit ist eines der größten Probleme des konventionellen Schaltens von Kondensatoren gelöst.

## Applications & Cases



ABBILDUNG 1: OSZILLOSKOPBILD DYNAMISCHER AUFSCHALTUNG



Es tritt kein Einschaltstromstoß auf. Damit entfallen negative Auswirkungen auf die Qualität der Versorgungsspannung wie Spannungsschwankungen und Transienten.

Dynamische BLK zeichnet sich durch folgende Vorteile aus:

- Die aus dem Netz entnommene Blindleistung wird eliminiert. Auch bei schnell schwankenden Lasten kommt es zu einer Senkung der Elektrizitätskosten. Lastzyklen von nur wenigen hundert Millisekunden sind möglich.
- Hohe Lastzyklen ermöglichen ein schnelles Schalten ohne Verzögerungszeiten, die durch das Entladen hervorgerufen werden.
- Es lassen sich spürbare Kosteneinsparungen realisieren: Investitionen in neue Ausrüstung entfallen, weil die Spitzenlasten verringert werden.
- Die Netzspannung wird stabilisiert. So kommt es beispielsweise beim Schweißen zu einer qualitativen Verbesserung des Schweißprozesses bei gleichzeitiger Beschleunigung des Vorgangs.
- Flicker wird vermieden.
- Vermeidung von Netzurückwirkungen: Sanftes Schalten sorgt dafür, dass keine Spannungs- oder Strom-Transienten auftreten.
- Kontaktloses Schalten: sowohl beim Schaltelement als auch bei den Kondensatoren erhöht sich die Lebensdauer.
- Steigerung der Sicherheit.
- Die Reaktionszeit ist mit 5 - 40 ms sehr kurz.

Für die erste Ausbaustufe der CSSC-Werft wird EPCOS BLK-Systeme mit einer Gesamtkompensationsleistung (dynamisch) von 6920 kvar liefern (Abbildung 2). Alle Systeme sind für 400 V, 50 Hz ausgelegt und sind sieben Prozent verdrosselt, um auf Grund von Oberschwingungen Resonanzerscheinungen zu vermeiden und den Verzerrungsgrad (THD-V) zu minimieren. Donald Tang, Marketing Manager Power Capacitors in Shanghai, ist stolz, dieses Projekt realisiert zu haben. Hier musste er sich gegen den harten nationalen wie internationalen Wettbewerb auf dem BLK-Markt durchsetzen. Umso erfreulicher ist es, dass dies das erste Projekt mit dynamischer PFC in China ist. Tang: „Mit dieser doch komplexen Lösung hat EPCOS in China eine gute Referenzinstallation realisiert, die sehr anschaulich die Vorteile der dynamischen BLK zeigt. Das ist ein wichtiger Schritt in Richtung Power Quality Solutions“.

## Applications & Cases



### ABBILDUNG 2: DYNAMISCHE BLK-ANLAGEN FÜR CSSC



Oben: Anschlusseinheit mit Sicherungen  
Mitte: Thyristor-Module  
Unten: BLK-Kondensatoren mit Drosseln  
In der oberen Tür ist der BLK-Controller montiert.



### DIE GELIEFERTEN BLK-EINHEITEN IM EINZELNEN

- 50 kvar: 5 Systeme
- 100 kvar: 14 Systeme
- 150 kvar: 1 System
- 200 kvar: 20 Systeme
- 250 kvar: 2 Systeme
- 300 kvar: 1 System
- 320 kvar: 1 System

Autor: Donald Tang