Manfred Schroedl, Wien:

ENERGIE VERNICHTEN ODER WAS?

Wels, 29. April 2010

ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN IN ELEKTRISCHEN ANTRIEBEN

Statement:

Drehzahlvariable Antriebe decken derzeit 20% der E-Antriebe in Europa ab (5% weltweit). Das Potenzial ist 50%.

Vision 2020: Marktdurchdringung von 40%.

Fast jeder energierelevante Antrieb wird ein intelligenter drehzahlvariabler E-Antrieb werden.

Eine Menge von heutigen Fixdrehzahlantrieben kann ökonomisch durch drehzahlvariable E-Antriebe ersetzt werden.

Gründe:
- Hohe Flexibilität der Lösung
- Wartungsfreiheit, gegebenenfalls On-board Monitoring-Funktionen
- Reduzierte Energiekosten
- Kommunikationsfähigkeit

Ein Teil der Antriebe wird (zeitweise) generatorisch betrieben. Diese rückgewinnbare Energie wird heute oft vernichtet.

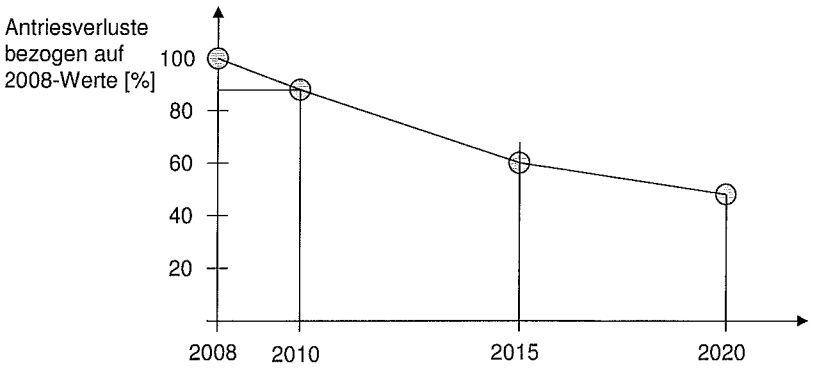
ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN IN ELEKTRISCHEN ANTRIEBEN

TECHNOLOGISCHE ANFORDERUNG: „Wirkungsgrad“

Erwartung: Verbesserung des Wirkungsgrads von E-Antrieben durch Halbierung der Verluste bis 2020 gegenüber 2008-Niveau.

Beispiel: 2008 Asynchronmotorwirkungsgrad = 85 %
2020 Asynchronmotorwirkungsgrad = 92,5 %

Da der Motor etwa 3x soviel Verluste produziert wie der Umrichter, muss der Fokus der Verlustreduktion auf der Motorseite liegen (z.B. Umrichterwirkungsgrad 96 %, Motorwirkungsgrad 88 %)



Kommentare zum Wirkungsgrad

Effizienzklassen von Asynchronmaschinen

IEC (International Electrotechnical Commission) präsentierte im Oktober 2008 die neue Norm IEC 60034-30
Ein neues Klassifizierungssystem (IE3, IE2, IE1) ersetzt die CEMEP "Eff.1, Eff.2, Eff.3" -Klassen.
(CEMEP .. European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics)

Folgender Zeitplan:
- Ab Juni 2011: Motoren mit Effizienzklasse schlechter als IE-2 werden verboten
- Ab 2015: Die Mindesteffizienz für Motoren von 7,5 bis 375kW ist IE-3.
- Ab 2017: Der Standard IE-3 wird ausgedehnt auf Motoren von 0,75kW bis 5,5kW

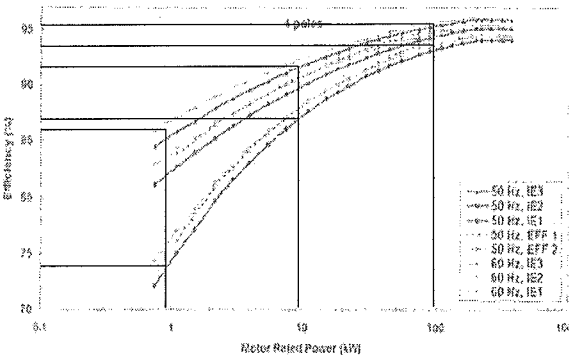
Der Gesetzgeber erzwingt effizientere Antriebe – Gute Gelegenheit zur Implementierung von moderner Antriebstechnik mit Zwischenspeicherung oder Rücklieferung von Energie.

Kommentare zum Thema Wirkungsgrad

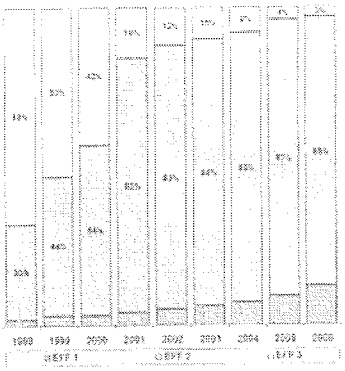
Efficienzklassen von Asynchronmaschinen

Änderung von IE1 (EFF2) nach IE3:

Motor leistung	Wirkungsgradänderung	IE3 Verlust in % des EFF2-Verlustes
1kW	74 ->86%	54%
10 kW	87->91%	69%
100 kW	93->95%	71%



Bestehende (EFF1, EFF2) und neue (IE3, IE2, IE1 .. IEC 60034-30) Effizienzklassen [1)]



Motorverkaufszahlen der CEMEP Mitglieder 1998-2006 [2)]

Statement: Die Änderung von EFF2 Motors (85% der verkauften Motoren 2006) zu Hocheffizienz-IE3-Motoren reduziert die Motorverluste auf ca. 2/3 der EFF2-Verluste

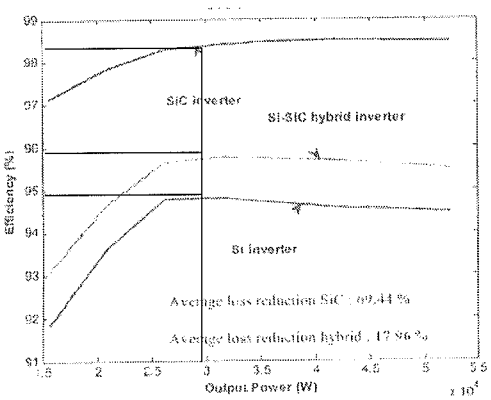
[1)]..Almeida et. al.: „Electric Motor Standards, Ecodesign and Global Market Transformation", ECPE Seminar „Towards Energy Gain and Savings - Emerging Drives and Generator Systems", Warsaw, April 2008.

[2)]..Petri: „Improving Energy Efficiency – Potential of Power Electronics".

ECPE Study 2007.

Kommentare zum Thema Wirkungsgrad

Verlustreduktionspotenzial durch Verwendung von Siliziumkarbid-Technolgie bei Umrichtern



Wirkungsgraderhöhung durch Verwendung von Si-SiC-Umrichtern und SiC Umrichtern verglichen mit Si Umrichtern [1)]

Beispiel: 30 kW Umrichter:

Wirkungsgrad: Si: 95% -> Si/SiC: 96% -> SiC: 98.5%

Relative Verluste: Si: 100% -> Si/SiC: 80% -> SiC: 30%

Statement: Änderung von derzeitigen Si-Umrichtern auf vollständig in SiC ausgeführten Umrichtern (Annahme: SiC-Dioden und SiC-Transistoren in entsprechenden Leistungsklassen 2020 verfügbar) reduziert die Umrichterverluste um mehr als die Hälfte.

[1)]..Tournier, D.: „Energy Efficiency Gain using New SiC Components", ECPE Seminar „Towards Energy Gain and Savings - Emerging Drives and Generator Systems", Warsaw, April 2008.

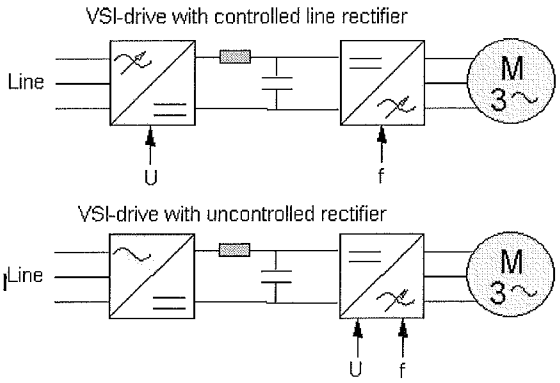
UMRICHTER FÜR ASYNCHRON- UND PM SYNCHRONMASCHINEN

- **Umrichtertypen**
- **Spannungszwischenkreisumrichter**

Ist und bleibt der meistverwendete Typ.

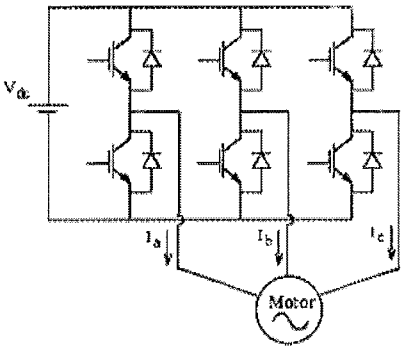
Zweipunkt-Strukur (IGBT über 200 V, MOSFET unter 100 V)

Dreipunktwechselrichter nur für Sonderanwendungen



Hart geschaltete Umrichter werden bevorzugt

Soft-switched Varianten derzeit zu kompliziert



Zwischenkreisspannung durch Kondensator gestützt.
Großes Problem bei hoher Temperatur bei Verwendung von Elektrolytkondensatoren – Intelligente Regelverfahren mit kleinen Zwischenkreiskapazitäten (Folienkondensatoren) sind mögliche Lösung

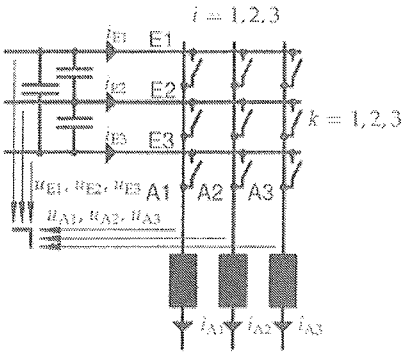
Netzseite: Sogenanntes „Active front end" mit weitem Eingangsspannungsbereich und Hochsetzerfunktion möglich – Erlaubt beide Energierichtungen

Nachteil: Nötige Drosseln reduzieren Wirkungsgrad

INVERTERS FOR INDUCTION AND PM SYNCHRONOUS MOTORS

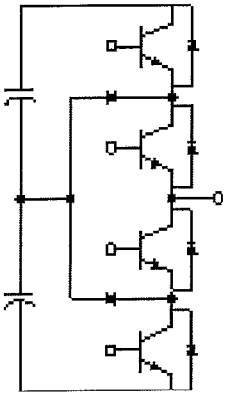
- **Umrichtertypen**

Matrix-Umrichter



Scheint zu kompliziert (Schaltvorgang ist sehr komplex, Bidirektionale Schalter sind nötig).

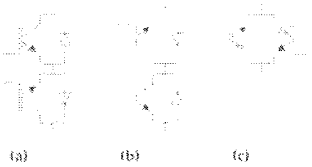
Die Einsparung des Zwischenkreiskondensators ist nicht unbedingt ein Vorteil, weil Kondensatoren auf der Netzseite nötig sind.



Dreipunkt-Wechselrichter

Dargestellt ist ein Brückenzweig

(komplexe Struktur)



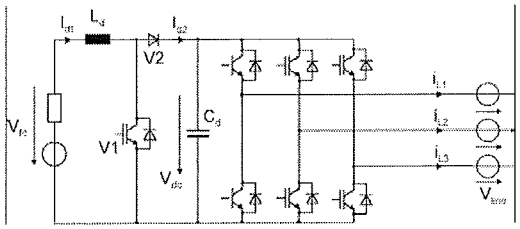
Drei Möglichkeiten eines bidirektionalen Schalters

UMRICHTER FÜR ASYNCHRON- UND SYNCHRONMASCHINEN

- **Eingangsstufen**

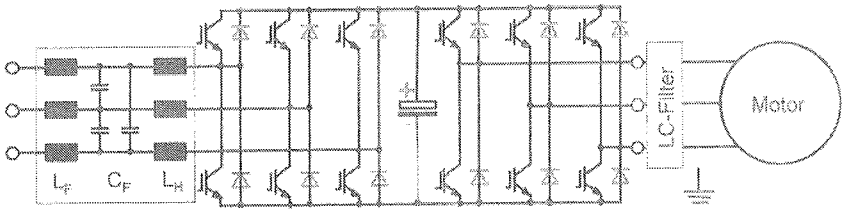
Einphasen-Hochsetzerstufe mit einer Energierichtung

Erzeugt konstante Zwischenkreisspannung aus niedriger Eingangsspannung. Je höher die Schaltfrequenz, desto kleiner die Induktivitäten und Kapazitäten.



Dreiphasen-Hochsetzerstufe mit zwei Energierichtungen

Sehr gebräuchliche Schaltung zur Erzeugung sinusförmiger Netzströme mit Energierück-lieferfähigkeit. Die roten Dioden sind Siliziumkarbiddioden für reduzierte Verluste.



UMRICHTER FÜR ASYNCHRON- UND PM SYNCHRONMASCHINEN

- **Halbleitertechnologie**

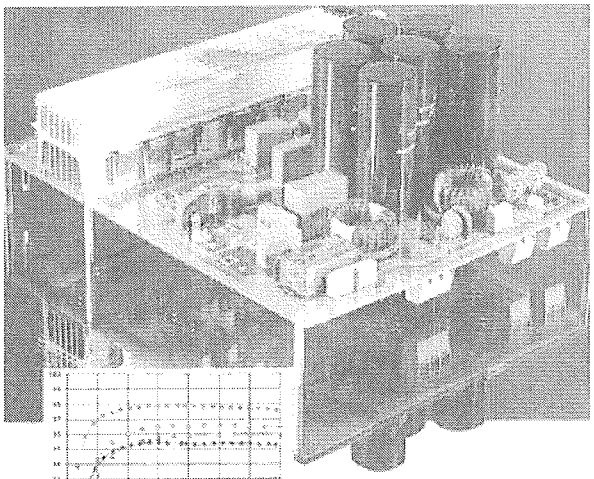
- **Neue SiC (Siliziumkarbid) Elemente**

Sehr hohe Schaltfrfequenz, geringe Schaltverluste. Die Technologie steht noch nicht für hohe Ströme kostengünstig zur Verfügung.

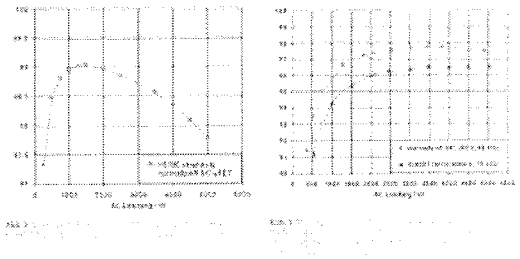
Nachdem diese Probleme gelöst sein werden, steht ein Schalter mit hervorragenden Eigenschaften zur Verfügung (Hohe Schaltfrequenz, Hohe Temperaturen möglich, großer Spannungsbereich, kleine passive Komponenten

->Leistungsdichte ´wird um den Faktor 3 steigen

FETs mit U=1200 V / I=50 A gibt es im Labor.



Quelle: Fraunhofer



KURZZEIT-ENERGIESPEICHER

Akkumulatoren - begrenzte Zyklenanzahl aber billig
Doppelschichtkondensatoren – relativ geringe Energiedichte aber guter Wirkungsgrad und lange Lebensdauer
Schwungradspeicher – komplexes elektromechanisches System aber relativ preisgünstig pro gespeicherter Energiemenge, guter Wirkungsgrad

Nähere Ausführungen in einem getrennten Beispiel.

2010-04-29
Manfred Schroedl