

SFC · TCG

SFC-Umrichter für Gas- und Hydroaggregate
TCG-Umrichter zur Regelung von Generatoren

Leistung von 3 MW bis 300 MW
LCI-Umrichter für Synchronmotoren



SFC Converter for Gas and Hydro-Storage Power Plants
TCG Converter for Generator Control

Powers between 3 and 300 MW
as LCI Inverter for Synchronous Aggregates

AEG

EFFIZIENT AUS TRADITION

AEG gehörte über einen Zeitraum von mehr als 120 Jahren zu den weltweit größten und innovativsten Elektrokonzernen. Auf dem Gebiet der Energietechnik konzipierte und lieferte AEG das erste 3-Phasen System, komplette Kraftwerke und eine Vielzahl elektronischer Komponenten. AEG entwickelte die 3-Phasen Transformatoren, den Asynchronmotor und verwirklichte die ersten zwei Pipelines von Sibirien nach Westeuropa. Eine HGÜ-Leitung mit einer Kapazität von 2.000 MW über 2.000 km von Ostafrika nach Südafrika wurde von AEG geplant und ausgeführt.

AEG Industrial Engineering steht als Nachfolger der alten AEG für sichere, zukunftsweisende und kostengünstige Energiekonzepte. Neben der Errichtung neuer Anlagen plant und realisiert unser Unternehmen die Modernisierung bestehender Anlagen – d.h. optimale Steigerung der Effizienz der Anlagen unter Nutzung vorhandener Ressourcen.

Als innovativer Beitrag zu effizienter Energiewirtschaft wurde bereits im Jahre 1957 von AEG die erste statische, nicht rotierende Erregeranlage mit Quecksilberdampf-Stromrichter in Betrieb genommen. Das erste thyristorgesteuerte Erregersystem wurde 1965 von AEG entwickelt. Bis zum heutigen Tag hat AEG über 1.000 Erregeranlagen und mehr als 500 Anfahrumsrichter für verschiedenste Anwendungen gebaut.

Die in dieser Broschüre vorgestellten **Umrichter** leisten einen hohen Beitrag zur effizienten Energienutzung und dynamischen Netzregelung – getreu der AEG-Unternehmensphilosophie:

We take care of your Power Quality.

TIME-HONOURED EFFICIENCY

For over 120 years AEG has been one of the worldwide largest and most innovative electrical engineering companies. The company has designed and supplied the first 3-phase system, complete power stations and numerous electronic components in the power technology sector. AEG even invented the 3-phase Transformers, the Asynchronous Motor and built two pipelines from Siberia to West Europa. The HVDC line from East Africa to South Africa over 2000 km with a capacity of 2000 MW was also done by AEG.

As successor to the old AEG, AEG Industrial Engineering represents safe, future-oriented and cost-effective energy concepts. In addition to the installation of new systems, our company plans, designs and also modernises existing plants. Modernisation represents an optimal alternative, achieving increased efficiency while using already existing resources.

The first static, non-rotating exciter system with mercury-arc rectifier began operation as early as 1957 and made a significant and innovative contribution to efficiency in the energy industry. In 1965 AEG had already developed and constructed the first thyristor-controlled exciter system. Until today AEG has built more than 1,000 exciter systems and 500 startup inverters for a wide range of different applications.

The **inverters** presented in this brochure contribute significantly to the efficient use of energy and a dynamic network control – always loyal to AEG's company motto:

We take care of your Power Quality.



Heinrich Otterpohl
Vorstandsvorsitzender/CEO



AEG is a part of
Exportinitiative
Energieeffizienz

SFC-ANFAHRUMRICHTER FÜR SYNCHRONMOTOREN UND SYNCHRONGENERATOREN

Als LCI (Load Commutated Inverter) und SFC (Start-up Frequency Converter)

Zahlreiche Anlagen in der Energieerzeugung, der Chemie, der Kunststoff- und Gummiverarbeitung sowie der Erdgasverteilung im In- und Ausland wurden von AEG mit SFC-/LCI-Antrieben ausgerüstet.

Ebenfalls bewährt haben sich die Synchronmaschinen im rauen Alltagsbetrieb von Prüfanlagen und verschiedensten anderen Applikationen in der Industrie.

In Gasturbinenkraftwerken wird der Kraftwerksgenerator als Motor für den Anlauf benutzt und mit Hilfe unseres LCI bis zur Zündfrequenz des Generatorsatzes hochgefahren.

Bei Wasserkraftaggregaten dient unser LCI auch als Anfahrhilfe der Turbinen und Generatoren.

Kennwerte:

- Leistung von 5 bis etwa 300 MW
- Die Nenndrehzahlen (ohne Getriebe) reichen von 100/min bis 6000/min.
- Der Standard-Drehzahlbereich beträgt 1:10.
- Die Drehzahlkonstanz ist besser als 1 %.
- LCI-Motoren können im unteren Drehzahlbereich mit konstantem Drehmoment, im oberen Bereich mit konstanter Leistung (Feldschwächbereich) gefahren werden. Die Drehrichtungsumkehr erfolgt elektronisch.

Eine Tachomaschine ist nicht erforderlich, da der Drehzahl-Istwert aus der Motorfrequenz gebildet wird. Nutzbremsten ist ohne Mehraufwand für den Leistungsteil möglich.

Die wichtigsten Vorteile des LCI-Motor-Systems

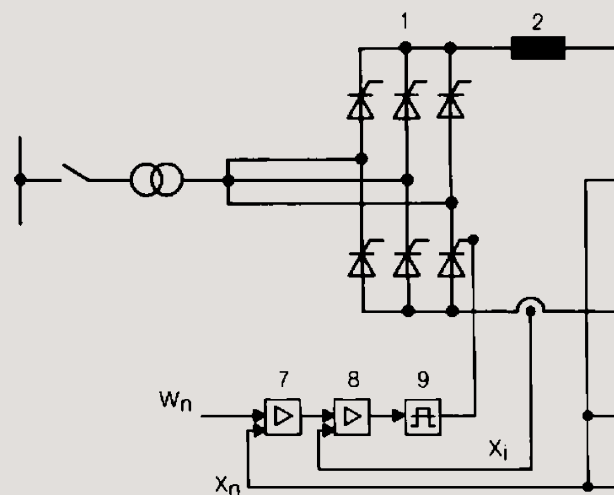
Wirtschaftlichkeit – da sich die Anschaffung eines LCI-Motors schon in wenigen Jahren amortisiert: infolge seines hohen Wirkungsgrads, durch optimale Prozessführung über die Drehzahl- oder Drehmomentregelung sowie aufgrund der geringen Reparaturanfälligkeit.

Wartungsarmut – da der LCI-Motor im Vergleich zu anderen elektrischen Regelantrieben die geringste Wartung beansprucht. Noch günstiger fällt der Vergleich mit mechanisch, hydraulisch oder thermodynamisch arbeitenden Regelverfahren aus.

Universelle Einsetzbarkeit – da mit dem LCI-Motor jede gewünschte Nennleistung mit jeder Nenndrehzahl ohne Getriebe zu erreichen ist. Dies eröffnet ein breites Anwendungsfeld in vielen Industriezweigen, vor allem auch durch den möglichen Einsatz unter erschwerten Umweltbedingungen wie Staub, aggressiven oder explosiven Gasen, salzhaltiger Luft oder Radioaktivität.

Prinzipschaltung eines 6-pulsigen LCI-Motor-Antriebs

- 1 Netzstromrichter (NSR)
- 2 Gleichstromglättungsdrossel
- 3 Motorstromrichter (MSR)
- 4 Spannungserfassung
- 5 Synchronmaschine
- 6 Arbeitsmaschine
- 7 Drehzahlregler
- 8 Stromregler
- 9 Impulssteuersatz
- 10 Zündwinkelbildung
- 11 Regelkreise SEMI-Exciter-Erregung
- 12 Bürstenlose Erregung



SFC STARTING CONVERTER FOR SYNCHRONOUS MOTORS AND GENERATORS

As LCI (Load Commutated Inverter) and SFC (Starting Frequency Converter)

AEG has equipped many plants in the energy production, chemical, plastic and rubber processing, and natural gas distribution sectors with SFC/LCI drives, both in Germany and overseas.

The synchronous motors have also proved themselves in the demanding day-to-day operations experienced in test installations and numerous other industrial applications.

In gas turbine power stations the power plant generator is used for starting and, aided by our LCI, drives the generator set to firing speed.

Our LCI also serves as turbine and generator starting aid in hydro-electric power stations.

Statistics:

- Rating between 5 and approx. 300 MW
- Rated speed (without gear unit) range from 100 rpm to 6,000 rpm
- Standard speed is around 1:10
- Speed constancy is over 1%
- LCI motors can be driven with constant torque at a lower speed range, and with constant rating in the upper range (field weakening range). The reversal of rotation direction is carried out electronically.

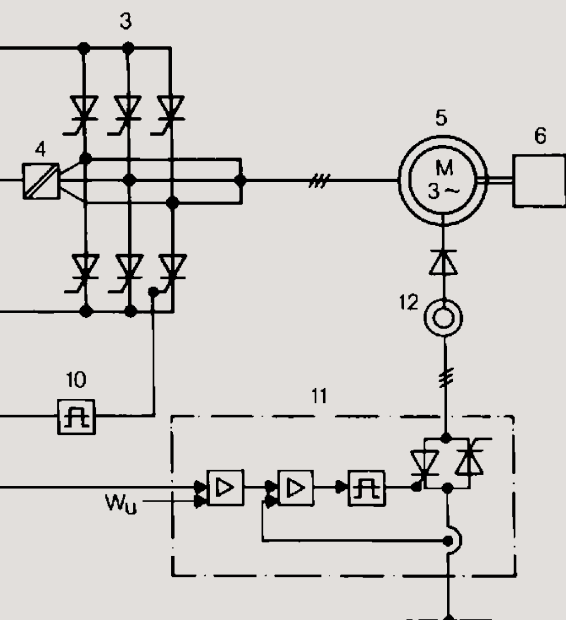
A tachogenerator is not required, as the speed actual value is produced by the motor frequency. Regenerative braking for the power element is possible at no additional cost.

The most notable advantages of the LCI Motor Systems

Cost-effectiveness – return on the original investment for the LCI motor is made up within a few years: As a result of its high level of efficiency, by optimal process management of the speed or torque control, and through low repair predisposition.

Low maintenance – in comparison with other electric control mechanism drives, the LCI motor requires the least maintenance. This aspect is further reduced in comparison with mechanically-, hydraulically- or thermodynamically-operated control processes.

Universal use – the LCI motor can reach every required nominal rating with every possible rated speed without a gear unit. This opens up a wide range of applications in a large number of industrial sectors, also including potential installation in challenging environmental conditions such as dust, aggressive or explosive gases, high-salinity air or radioactivity.



The main switching of a 6-pulse LCI motor drive

- 1 Mains converter (NSR)
- 2 DC smoothing reactor
- 3 Motor inverter (MSR)
- 4 Voltage detector
- 5 Synchronous motor
- 6 Driven machine
- 7 Speed controller
- 8 Current controller
- 9 Impulse control unit
- 10 Ignition of firing thyristor
- 11 Control loop SEMI Exciter excitation
- 12 Brushless excitation

So arbeitet das Antriebssystem

Ein **Netzstromrichter** stellt Drehzahl und Drehmoment ein. Wie bei einem Gleichstromantrieb ist damit die Drehzahl bei konstantem magnetischem Fluss proportional zur Gleichspannung, das Drehmoment proportional zum Gleichstrom. Drehzahlregelung und unterlagerte Stromregelung wirken wie beim Gleichstromantrieb über einen Steuersatz auf den Netzstromrichter.

Ein **Motorstromrichter** dient als elektronischer Kommutator. Er schaltet den Gleichstrom in 120° langen Blöcken zyklisch auf die 3 Motorstränge. Um den hohen Aufwand für selbstkommutierte Motorstromrichter-Thyristoren zu vermeiden, wird das Prinzip der Lastkommutierung angewendet. Das bedingt eine übererregte Synchronmaschine, die dann die Bereitstellung der Kommutierungs- und Steuerblindleistung für den Motorstromrichter übernimmt. Die Zündimpulse für den Motorstromrichter erzeugt der »elektronische Zündverteiler«. Dies ist ein Steuersatz für variable Eingangsspannung und -frequenz. Der Motorstromrichter-Zündwinkel bei Motorbetrieb liegt drehzahlunabhängig annähernd konstant bei $\alpha = 150^\circ$.

Motorspannung und Drehzahl stehen im Normalfall proportional zueinander (konstantes Drehmoment). Bei Feldschwächbetrieb wird dagegen mit gleichbleibender Motorspannung und steigender Drehzahl gefahren (konstante Leistung). Den gewünschten Verlauf der Motorspannung regelt der Erregerkreis des Antriebs.

Eine **Synchronmaschine** hat im Stator eine Dreiphasenwicklung in Sternschaltung. Bei Speisung aus einem 12-pulsigen Motorstromrichter enthält der Stator 2 um 30° elektrisch versetzte Wicklungssysteme. Der Läufer ist mit einer Gleichstromerregerwicklung und einem Dämpferkäfig versehen. Den Erregergleichstrom liefert bei einem bürstenlosen System eine Asynchronerregermaschine mit rotierendem Diodengleichrichter. Sie ersetzt die Bürsten in der Antriebsmaschine.

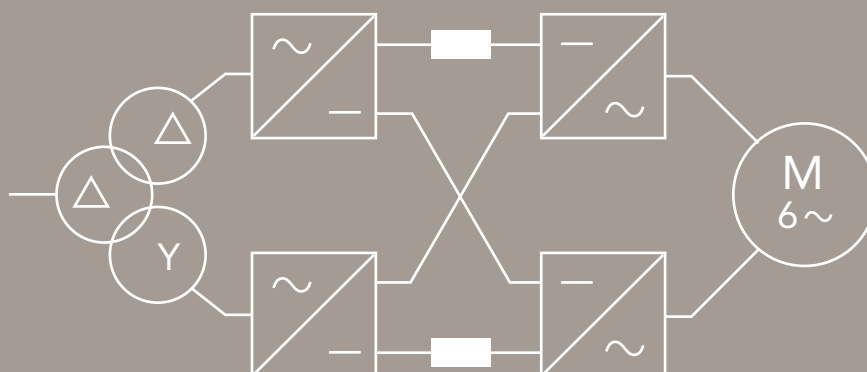
Bremsen (durch Umkehr der Gleichspannung) und **reversieren** (durch Tauschen der Motorstromrichter-Impulse) können LCI-Motoren ohne großen Mehraufwand.

Prüffeldläufe unter Nennlastbedingungen sind bei großen Leistungen im sogenannten Back-to-back-Betrieb mit 2 Antrieben realisierbar. Verlustmessungen an einer Kessel Speisepumpe 10-MW-LCI-Systemen ergaben einen Wirkungsgrad von 95,0 % bei 4500/min unter Einschluss aller Komponenten wie Trafo, Umrichter und Motor.

Andere Schaltungen

Die 12-pulsige Umrichtertechnik kann – je nach Antriebsleistung – auf der Netz- und Motorseite oder nur auf der Netzseite angewendet werden. ▼

Andere Schaltungen Other switching mechanisms



Drive System works as follows:

A mains converter adjusts the speed and torque. As in the case of a DC drive, the speed at a constant magnetic flux level is thus proportional to the DC voltage, and the torque proportional to the DC current. The speed controller and subordinate current control influence the mains converter via a control unit in the same way as with a DC drive.

A motor current converter serves as an electronic commutator. It applies the DC current to the three motor conductors in cycles of blocks with an electrical length of 120° . The load commutating principle is used to avoid the high cost for self-commutating motor converter thyristors. This leads to an over-excitation of the synchronous motor, which then provides the commutating and control reverse power for the motor converter. The firing impulse for the motor converter is produced by the electronic "firing distributor". This is a control unit for the variable input voltage and frequency. The motor converter firing angle in motor operation remains almost constant at $\alpha = 150^\circ$ regardless of speed.

The motor voltage and speed are normally proportional to each other (constant torque). However, in the case of field-weakening operation, constant motor voltage and increasing speed (constant power) are used. The drive exciter circuit controls the required the motor voltage characteristic.

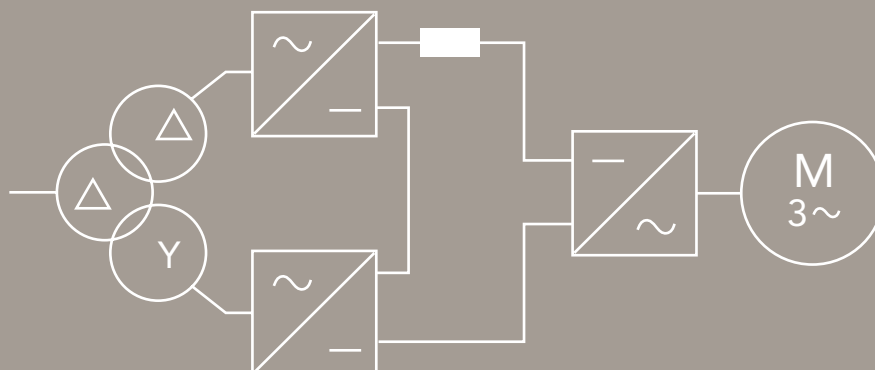
A synchronous motor has a 3-phase winding in the stator star circuit. When fed from a 12-pulse motor converter, the stator is provided with two winding systems which are offset through 30° electrical. The rotor is fitted with a DC exciter winding and attenuation cage. With a brushless system the exciter DC current supplies an asynchronous exciter motor with rotating diode rectifier. This replaces the brushes in the drive motor.

LCI motors are able to brake (by reversal of the DC voltage) and reversing (by reversing the motor converter impulse) with minimal additional cost.

Test runs under rated load conditions at high capacity are possible with two drives in so-called back-to-back operation. Loss measuring on 10-MW LCI systems demonstrated a 95.0 % level of efficiency at 4,500 rpm using all components, including transformer, converter and motor.

Other switching mechanisms:

Depending on the drive rating, the 12-pulse converter technology can be installed on the mains and motor side or only on the mains side. ▼



Die spezifischen Kennzeichen des Umrichters

Die Informationselektronik und der Leistungskreis des Umrichters sind in getrennten Schrankgestellen eingebaut.

Thyristor- und Informationselektronikteil haben eine kompakte Bauweise. Eine leichte Zugänglichkeit und ein schneller Austausch von Komponenten sind gewährleistet. Die hohe Flexibilität erlaubt eine elektrische und mechanische Ausstattung nach Kundenwunsch. Schutzarten von IP 00 bis IP 54 sind ebenso möglich wie eine Lieferung für die Aufstellung in Industrieluft, Seeluft oder unter anderen erschwerten Umweltbedingungen.

Die Gerätetechnik des Leistungskreises

Der Thyristor-Leistungskreis ist bei kleinen Leistungen luftgekühlt, bei großen Leistungen wassergekühlt. Netz- und Motorstromrichter haben gleiche Thyristoren.

LCI-Motor-Umrichter sind mit Scheibenthristoren bestückt. Je nach Antriebsleistung werden Zellen mit 74 mm, 120 mm oder 150 mm Außendurchmesser ohne Parallelschaltung verwendet. Bei Einsatz für Mittelspannung ermöglichen hohe Sperrspannungen bis 8500 V je Thyristor eine nur geringe Anzahl Zellen in Reihe.

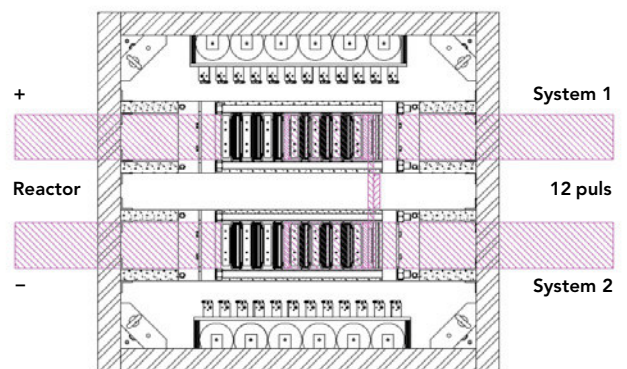
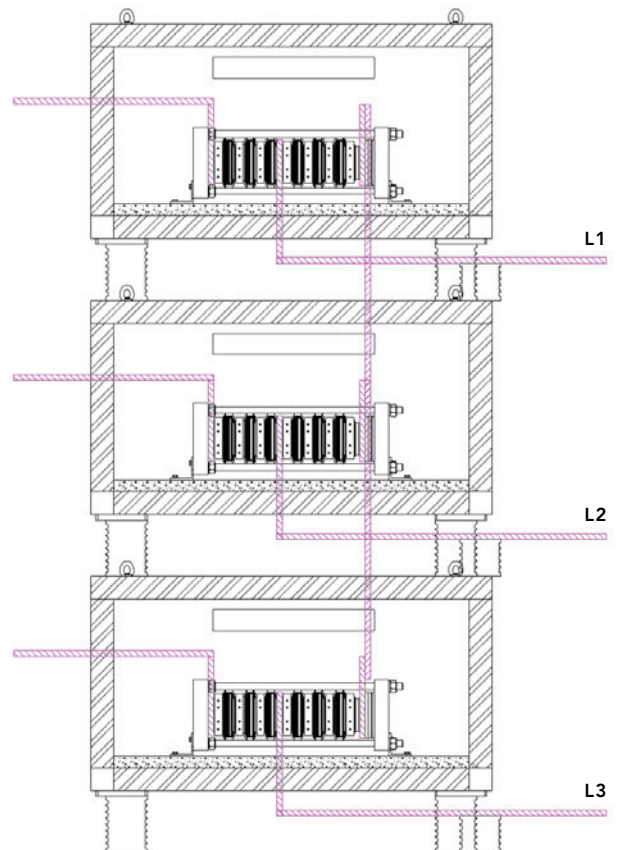
Die Informationselektronik des Umrichters

Steuerung, Überwachung, Schutz und Störsignalverarbeitung finden mit Hilfe der Mikroprozessortechnik statt. Damit lässt sich die Steuerungsprogrammierung schnell und leicht ändern. Drehzahl- und Drehmomentregelung erfolgen von hier, genauso wie die zeitabhängige Drehmomentüberwachung und der Blockierschutz bei Antrieben mit konstantem Lastmoment oder die Auswertung von Trafo- und Motorüberwachungsmessergebnissen.

Für Hoch- und Ablauf sind einstellbare Rampen vorhanden. Die Ankopplung an das Bussystem einer überlagerten Leittechnik ist vorgesehen.

Einrichtungen für Störerwert- und Folgemeldungen sind ebenso standardmäßig oder optional lieferbar wie Schutzvorrichtungen gegen Überlast, Überstrom, Unterspannung, Überspannung, Kurzschluss, Erdschluss oder Überdrehzahl.

Betriebszustände, Warn- und Störmeldungen werden mittels LED-Anzeigen dargestellt.



Converter

Beispiel für ein Leistungsteil (100 MW, 15 kV) mit lichtgezündeten Thyristoren (LTT)

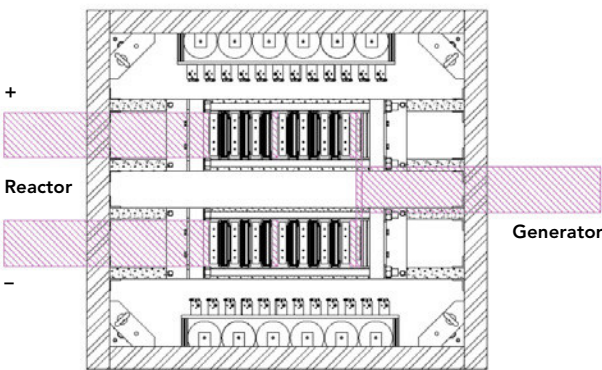
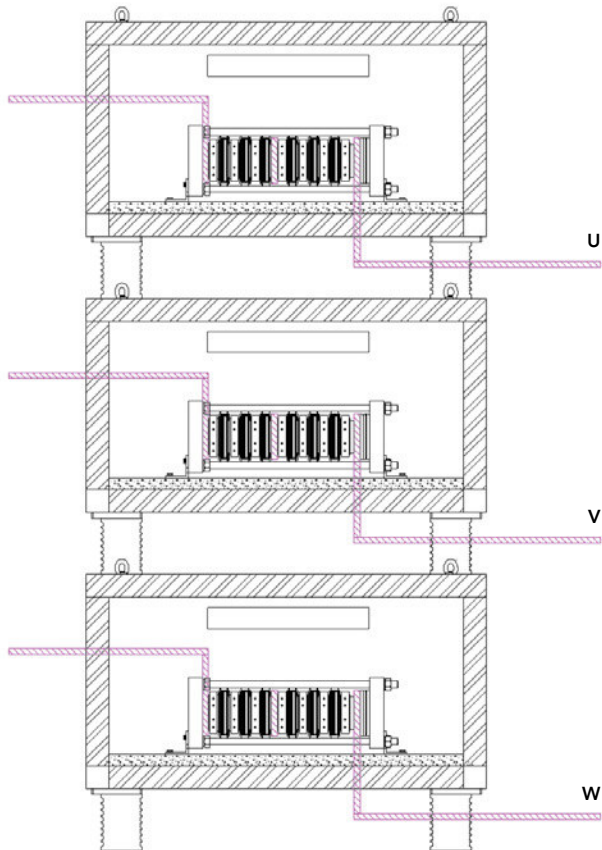
Example of a power unit (100 MW, 15 kV) with light triggered thyristors (LTT)

Specific Converter Features

The converter information electronics and the power circuit are installed in separate cabinet mountings.

The thyristor and information electronics element have a compact design, which allows easy access and fast component exchange. The high level of flexibility enables tailor-made electric and mechanical solutions in accordance with customer requirements.

Protection ratings from IP 00 to IP 54 are possible, as is a supply of equipment for use in industrial air, sea air or other environmentally challenging conditions.



Inverter

Beispiel für ein Leistungsteil
(100 MW, 15 kV) mit
lichtgezündeten Thyristoren (LTT)

Example of a power unit
(100 MW, 15 kV) with
light triggered thyristors (LTT)



The Power Circuit Equipment Technology

The thyristor power circuit is air-cooled at low ratings. Water-cooling is used for higher ratings. Mains and motor converters use the same thyristor.

LCI motor converters are fitted with disc thyristors. Cells with 74 mm, 120 mm or 150 mm external diameter without parallel switching are used, depending on the drive capacity. When used for medium voltage, high blocking voltages of up to 8,500 V per thyristor enable a minimal number of cells to be connected in series.

Converter control electronics

Control, monitoring, protection and fault signal processing are carried out using microprocessor technology. As a result, control programmes can be altered quickly and easily. Speed and torque control are also carried from here, as is time-dependent torque monitoring and anti-blocking protection in drives with constant bad torque or the measurement of transformer and motor monitoring measuring results.

Adjustable ramps are provided for acceleration and deceleration. The coupling to the next level control station is via a bus system is provided for.

Initial fault value annunciation and follow-up signals are standard or optional, as are safety devices to prevent overload, over current, under voltage, over-voltage, short circuit, earth fault or over speed.

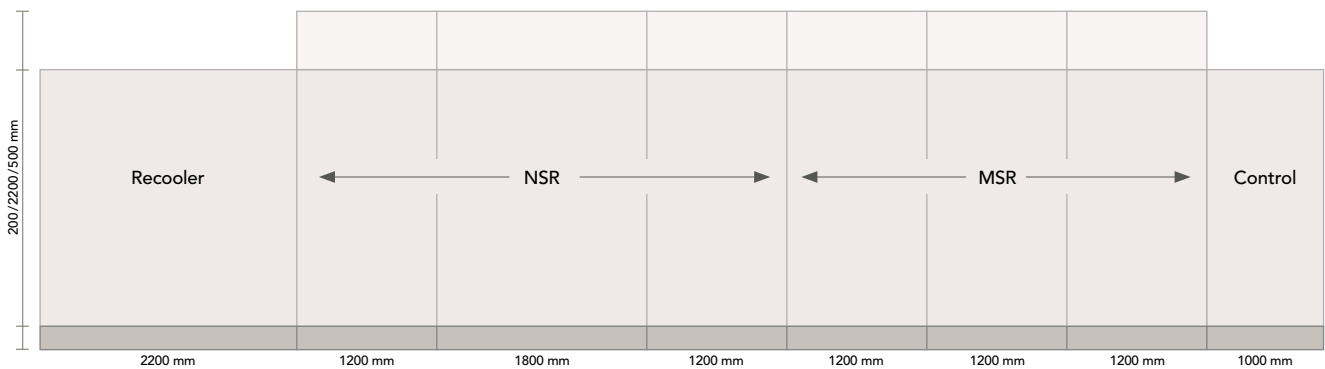
Operational status, warning and fault signals are shown by LCD displays.

Umrichter in Einbauschränken

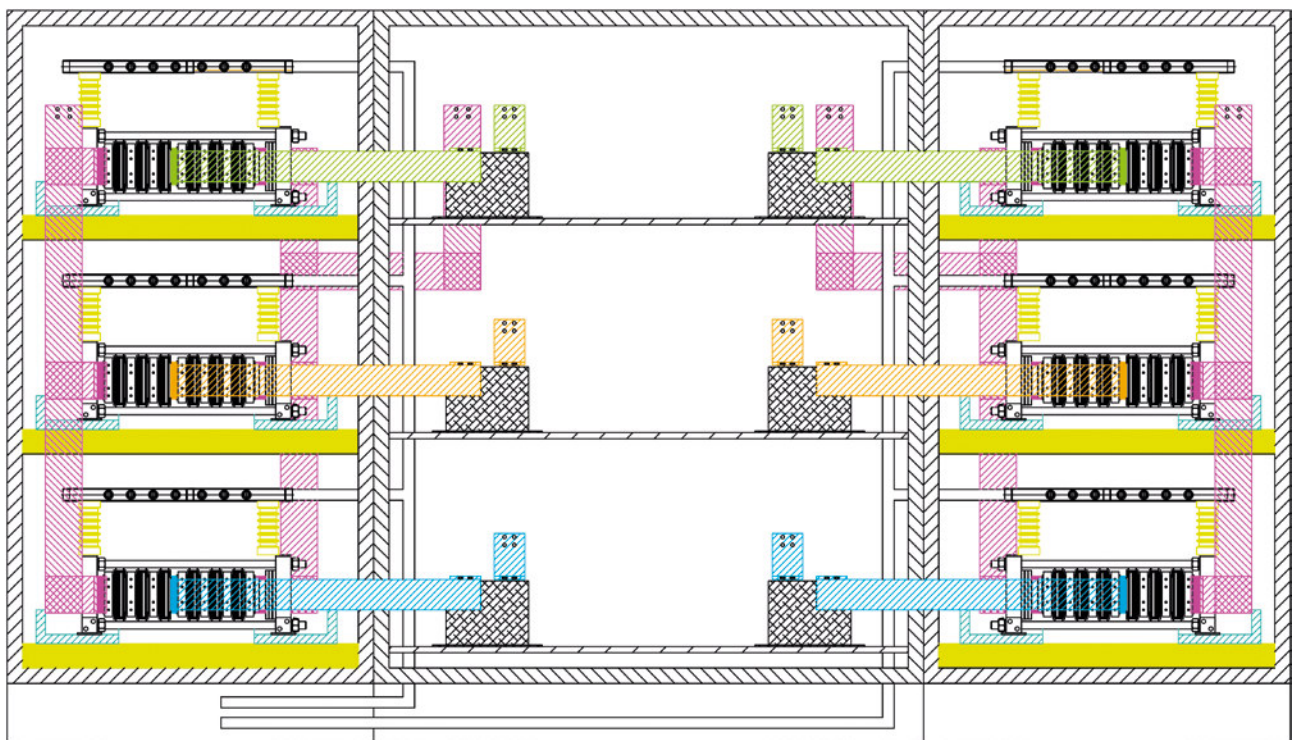
Auf Kundenwunsch liefert AEG auch eine Ausführung in Schränken. Je nach Leistung und Spannung wird der Antrieb mit den wassergekühlten Schrankgestellen inklusive Rückkühlung und Regelung etwa 11m breit. Es wird die gleiche Technik mit den standardisierten ThyroStack®-Einheiten eingesetzt. Die Schutzart der Schränke erreicht IP30.

Converters in Cabinets

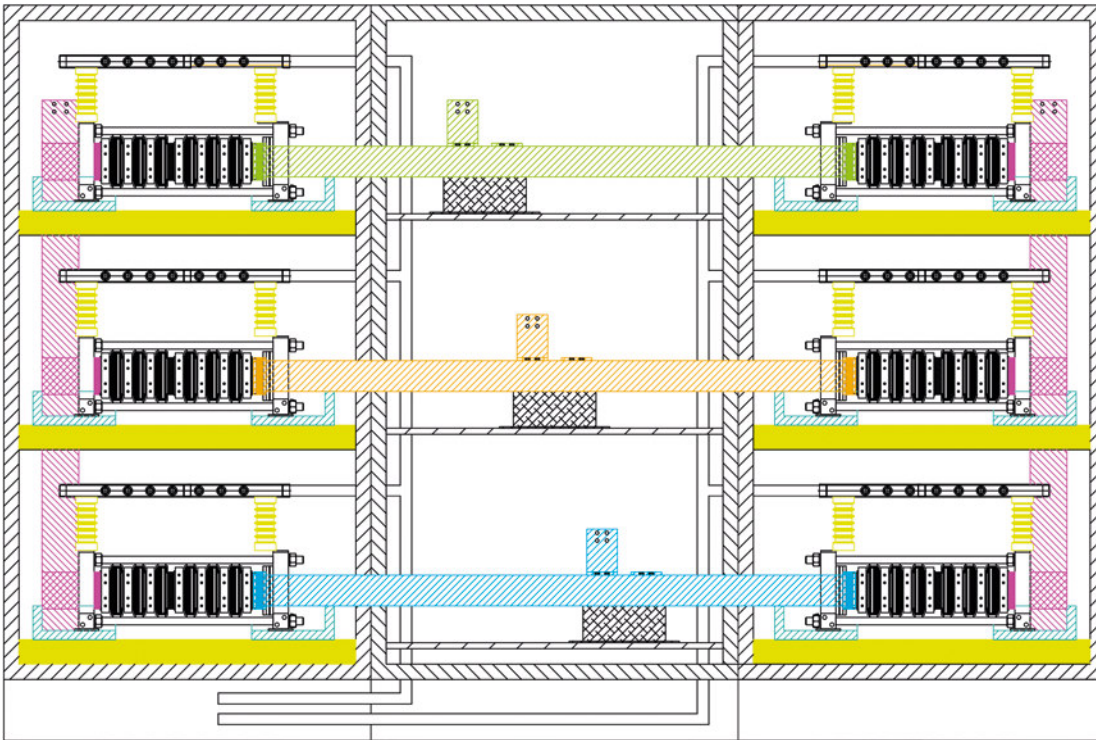
On request by a customer, AEG also provides a solution in cabinets. Depending on the power and voltage of the drive, the cabinet is about 11m wide including the water-cooling system, re-cooling and regulation. On the inside, the standardized ThyroStack®-units are being used. The protection class of the cabinets reaches IP30.



cabinet drawing front view



NSR converter design



MSR inverter design

Thyristoren

Zum Einsatz kommen ausschließlich Thyristoren von AEG (heute Infineon). Sie gehören zu den ausgereiftesten Thyristoren am Weltmarkt. Kommutierungshilfsmittel wie Kondensatoren, Dioden oder Drosseln sind nicht notwendig. Oberhalb 5 MW nutzen wir sicherungsfreie Schaltungen. Die AEG-Thyristorproduktion erfolgt heute durch Infineon Deutschland.

Thyristors

Only AEG (now Infineon) thyristors are installed. They are one of the best-engineered thyristors available on the world market. Commutation auxiliary devices, such as condensers, diodes or inductors are unnecessary. We use back-up free switchings. AEG thyristors are now manufactured by Infineon Germany.







Back front 3 racks, 300 MW

EINSATZ ALS SFC-UMRICHTER AS SFC CONVERTER

Bei Antrieben großer Leistung werden die Komponenten des LCI-Motors für Mittelspannung ausgelegt. Der hier abgebildete 36 kV-Umrichter enthält wassergekühlte Thyristoren. Der Signalverkehr erfolgt zwischen Regelungsschrank und Thyristorkreis zur LTT-Zündimpulsansteuerung. Die gleichen Thyristorgestelle werden auch für Blindleistungskompensatoren eingesetzt.

Umrichter des LCI-Motor-Systems kommen häufig auch für den Frequenzanlauf großer Synchronmaschinen zum Einsatz. Die Leistung dieser Anfahrumsrichter für Gasturbinen- und Wasserkraftaggregate braucht dabei oft nur einem geringen Prozentsatz der Maschinenleistung zu entsprechen.

The LCI motor components are designed for medium voltage in high-rating drives. The 36 kV converter pictured contains water-cooled thyristors. The signal transfer between the control cabinet and thyristor circuit for the control of the firing impulses is by light via optical cables. These same thyristor racks are also used for the reactive power components.

The LCI motor system converters are often used for the starting of large synchronous motors. The rating of such starting converters for gas turbine and hydro-storage plants often only needs to represent a small percentage of the motor capacity.

Einsatzgebiete
Fields of Application



SFC im Pumpspeicherkraftwerk

Im Jahr 2003 wurde das PSW der Vattenfall im thüringischen Goldisthal in Betrieb genommen. Die Leistung betrug asynchron 311 MVA und synchron 331 MVA.

AEG lieferte alle gelben Thyristorgeräte:

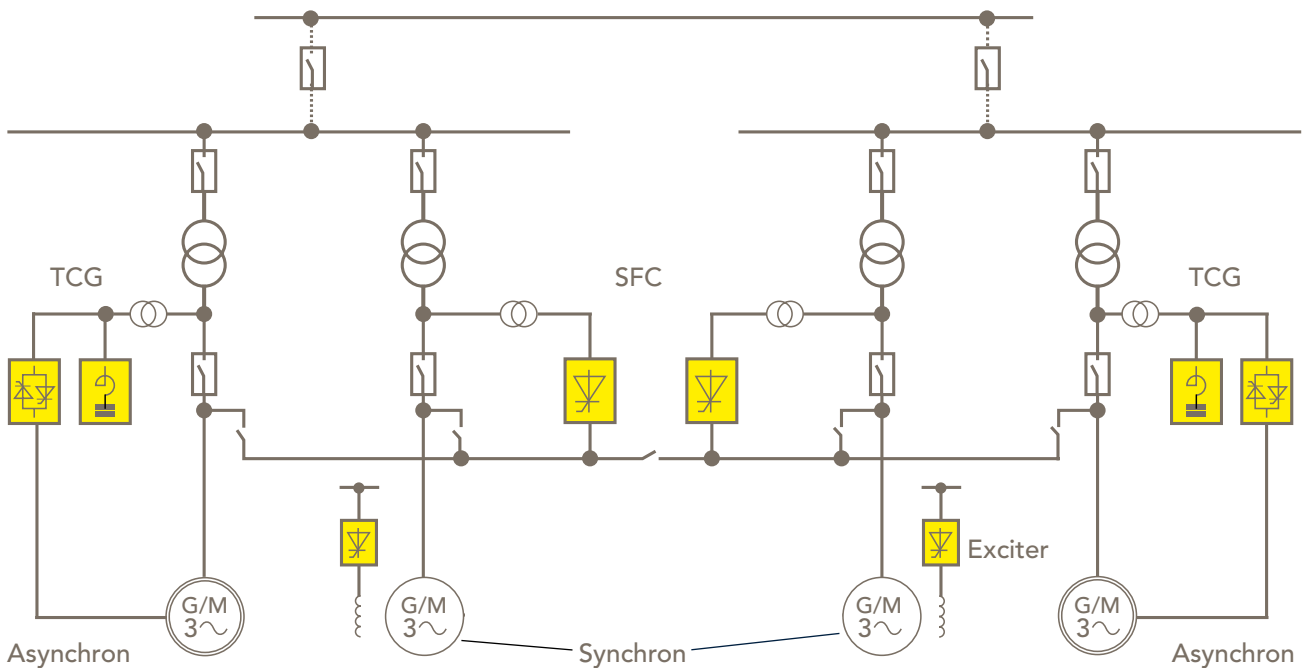
- 2 Erregeranlagen 2622 A
- 2 SFC Anfahrgeräte mit 18 kV, 40 MW
- 2 TCG Rotor Umrichter 100 MW

SFC in Hydro-Storage Power Station

Vattenfall's hydro-storage power station in Goldisthal, Thuringia/Germany was commissioned in 2003. The asynchronous power was 311 MVA and the synchronous 331 MVA.

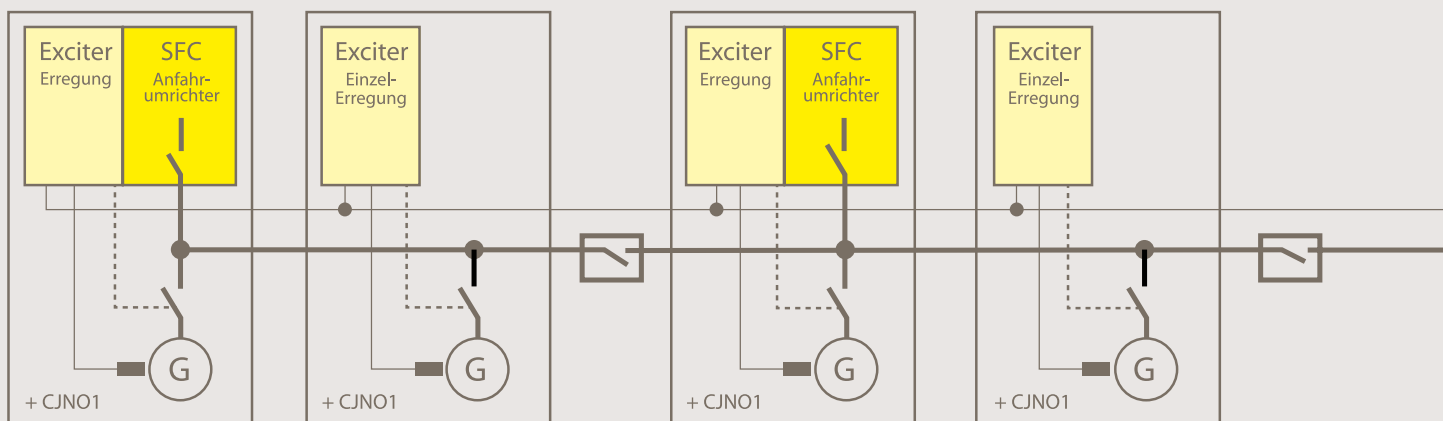
AEG supplied the yellow thyristor equipment:

- Two exciter systems 2,622 A
- Two SFC starting systems with 18 kV, 40 MW
- Two TCG rotor converters 100 MW



SFC im Gasturbinenkraftwerk

Prinzipschaltung:
2 Anfahrumrichter für 4 Gasturbosätze



SFC in Gas Turbine Power Station

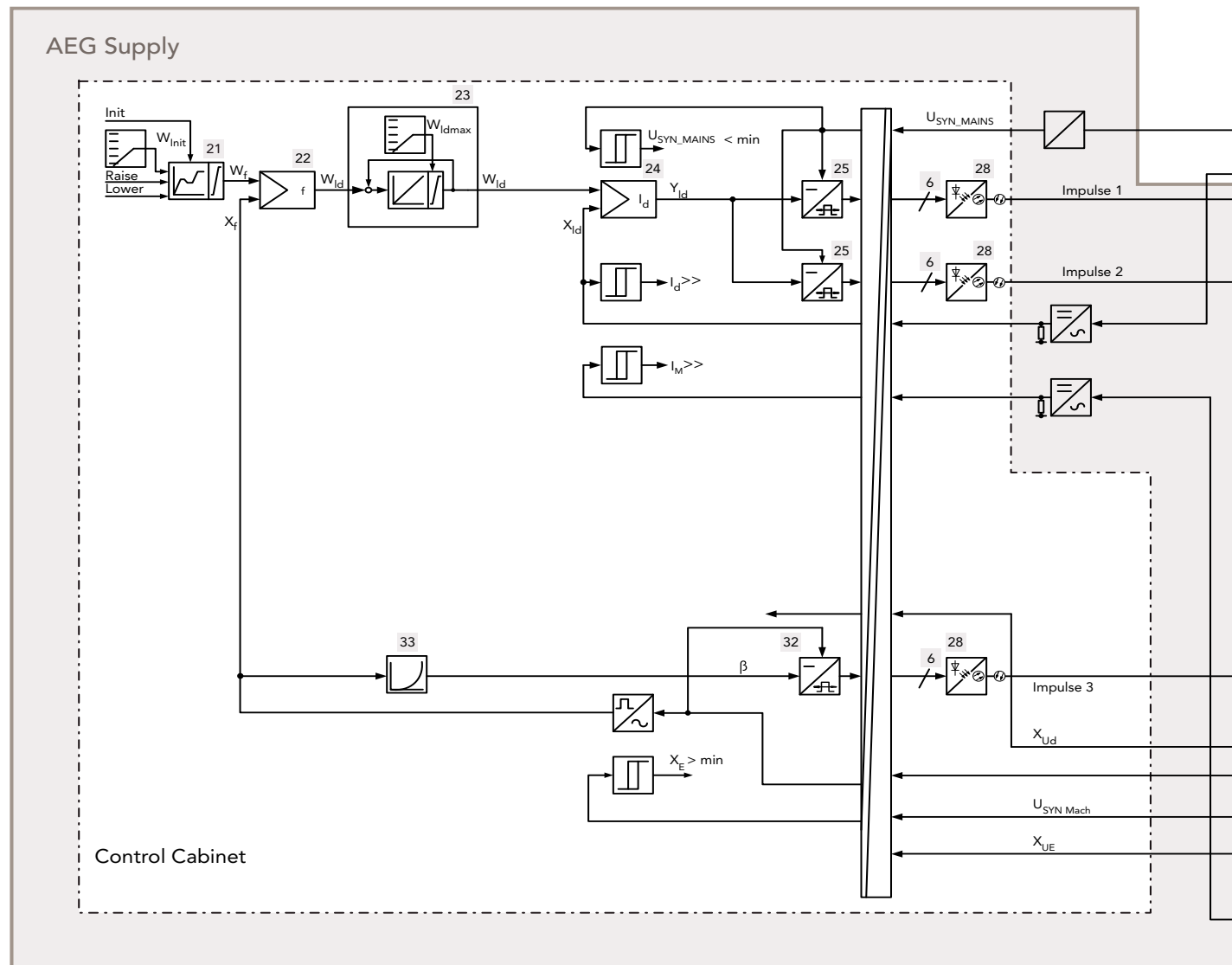
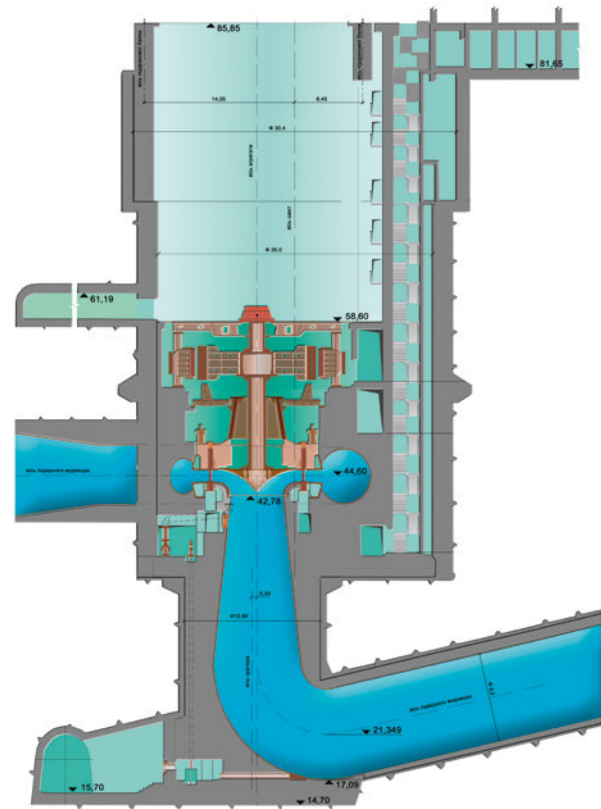
Principle switching:
2 starting converters for 4 gas turbines

Pumpspeicherkraftwerk Dnjestr

AEG wurde beauftragt an dem Bau des neuen, großen Pumpspeicher-Kraftwerks mitzuarbeiten. Schon vor fast 20 Jahren als alles in der groben Planung war, hat AEG erste Ideen und technische Lösungen eingebracht. Es betraf damals die Leittechnik, Anfahrumrichter und Erregeranlage. Heute schlägt AEG zusätzlich vor mindestens ein Aggregat als TCG auszuführen.

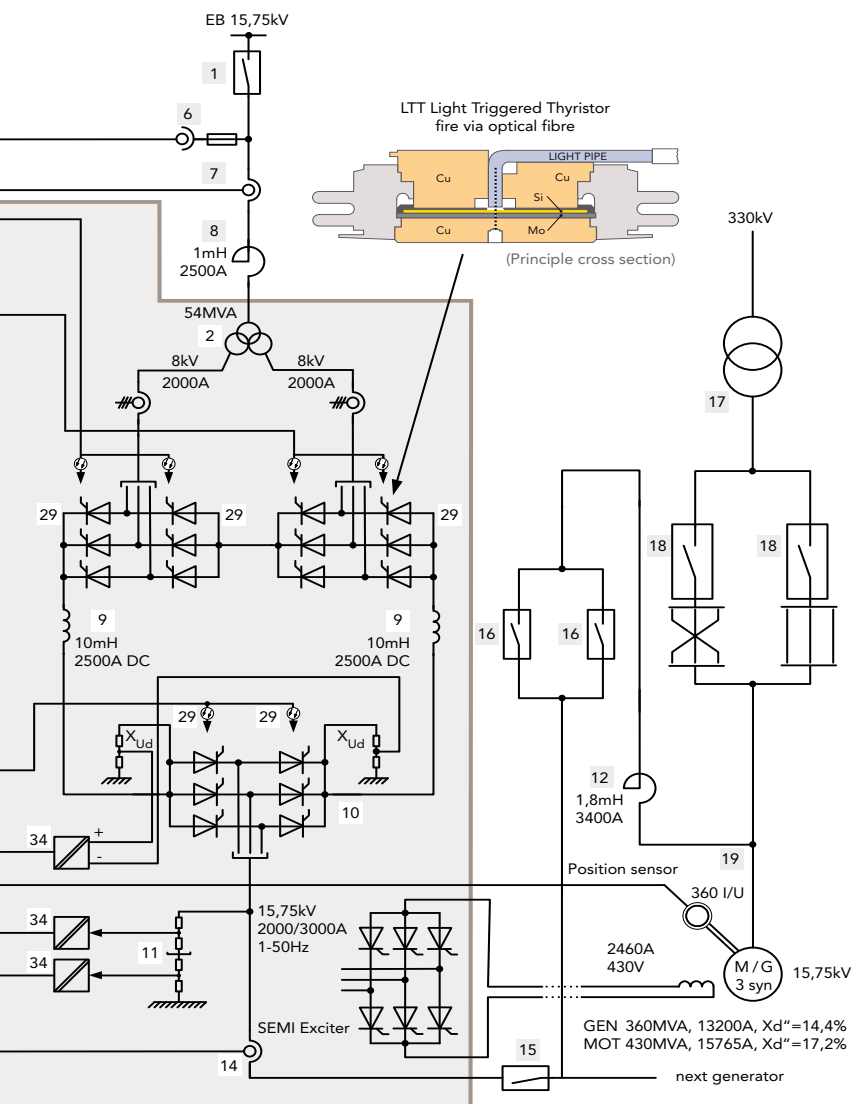
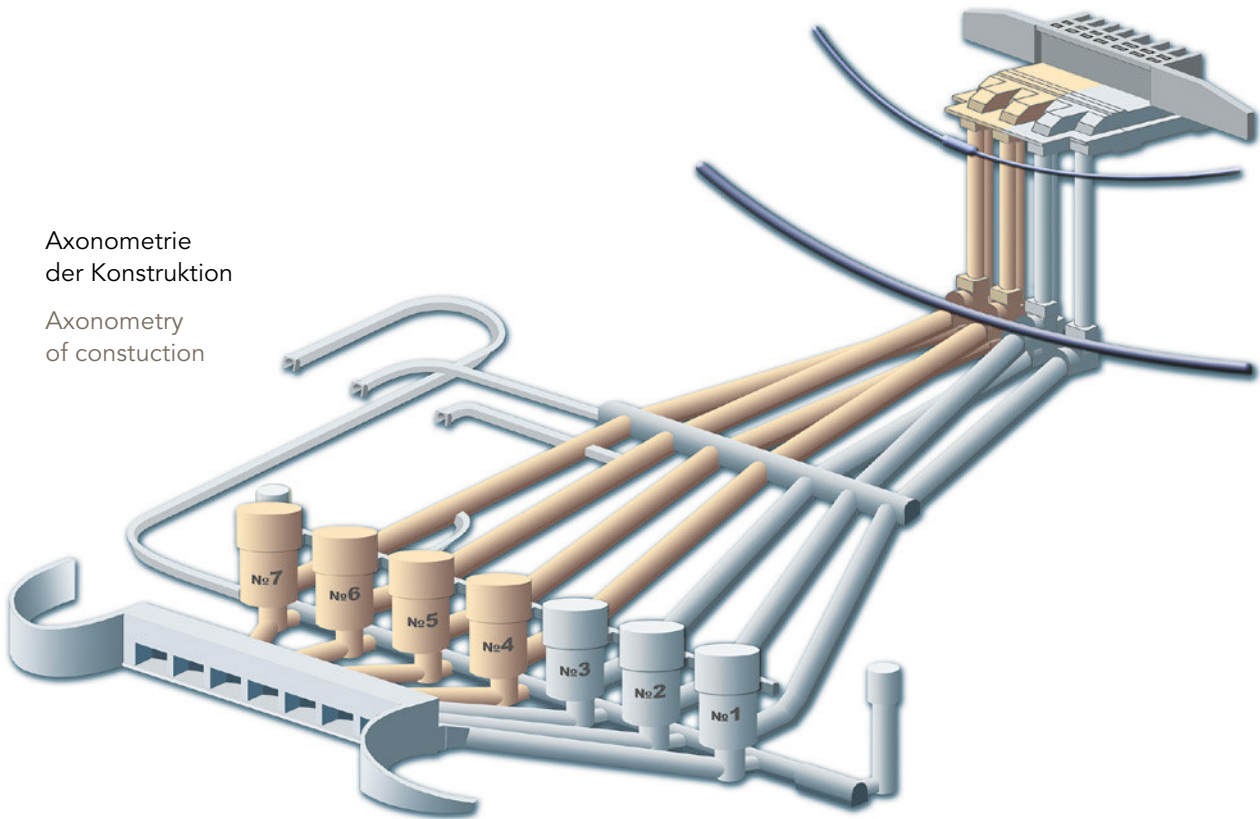
Hydro-Storage Power Station Dnjestr

AEG was assigned to participate in the construction of the new large hydro-storage power station. During the period of initial planning almost 20 years ago, AEG had already introduced first ideas and technical solutions concerning the control system, startup converter and excitation system. Today, AEG additionally proposes to add at least one TCG unit.



Axonometrie
der Konstruktion

Axonometry
of constuction



- 1 SFC transformer feeder
- 2 Converter transformer
- 6 Voltage transformer for synchronization line converter
- 7 Current transformer for current regulation
- 8 Line reactor
- 9 DC reactors
- 10 Machine converter
- 11 Voltage divider for synchronization machine converter and ground fault detection
- 12 Short circuit limiting reactor
- 14 Current transformer to measure machine converter output current for protection machine converter
- 15 Machine converter output switch
- 16 Start up switch
- 17 Machine transformer
- 18 Machine circuit breakers
- 19 Synchronous motor / generator
- 21 Frequency (speed) setpoint pre-setting
- 22 Frequency (speed) controller
- 23 Current setpoint processing
- 24 DC link current controller
- 25 Trigger equipment of the mains converter
- 28 Valve control monitoring
- 29 Thyristor section electronic
- 31 Measurement of actual machine frequency
- 32 Trigger equipment of the machine converter
- 33 Calculation of the delay angle of the machine converter
- 34 Insulation amplifier

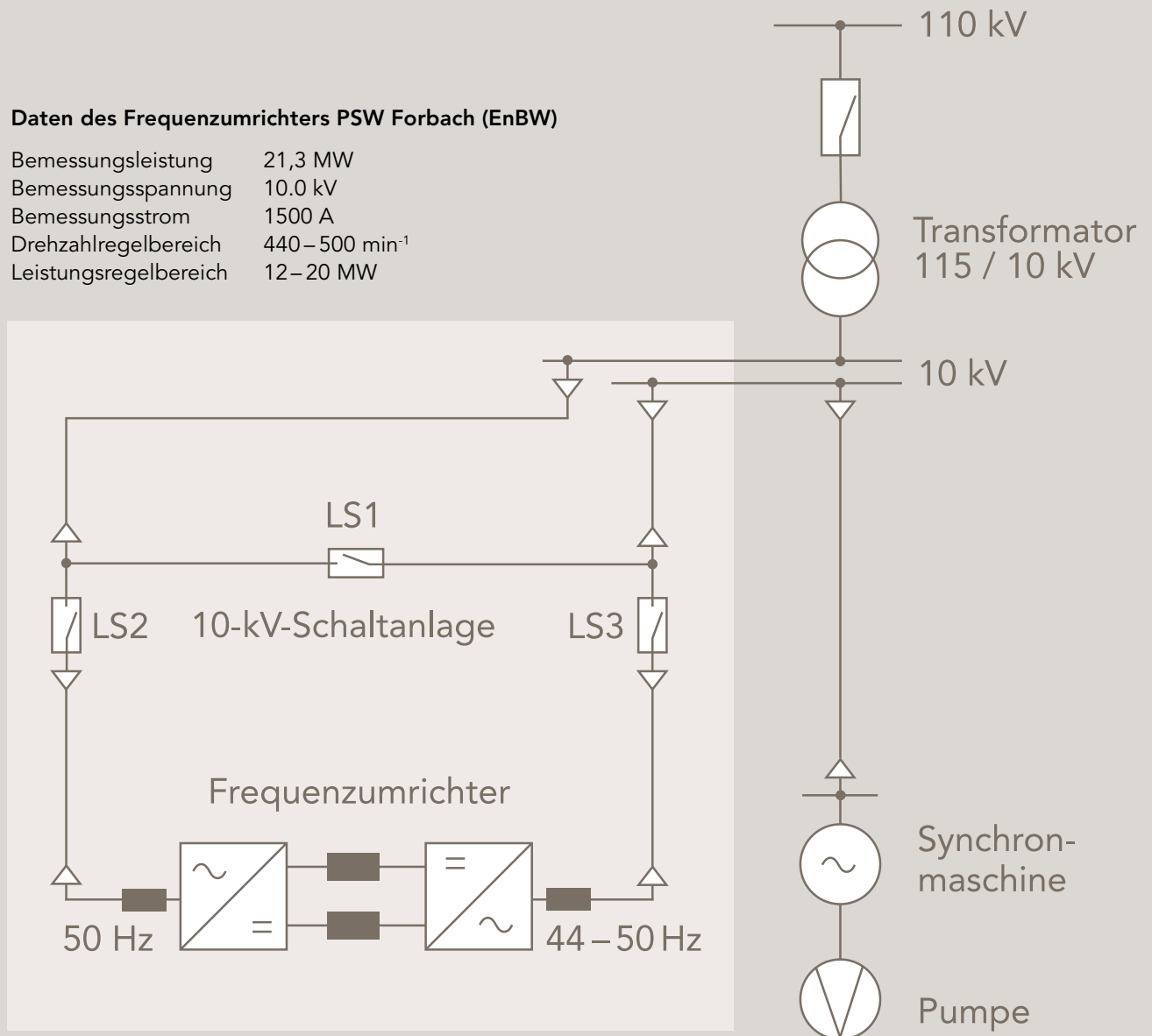
- W_f Frequency etpoint
- X_f Frequency actual value
- W_{Id} Setpoint of the DC link current
- W_{LDMAX} Current setpoint limitation
- Y_{Id} Output of the DC link current controller
- X_{Id} Actual value of the DC link current
- U_{SYN_MAINS} Synchronous control voltage of the mains converters
- $X_{Ud DC}$ link voltage actual value
- X_{UJE} Ground voltage of the three-phase voltage divider for earth fault detection
- $Imp1$ Firing pulses for mains converter bridge 1per optical fibre
- $Imp2$ Firing pulses for mains converter bridge 2per optical fibre
- $Imp3$ Firing pulses for mains converter per optical fibre
- U_{SYN_Mach} Measured value of the machine voltage for low voltages as synchronous control voltage of the machine converter
- β Delay angle of the machine converter (lead angle)

LCI EINSATZ ALS TCG

LCI USE AS TCG

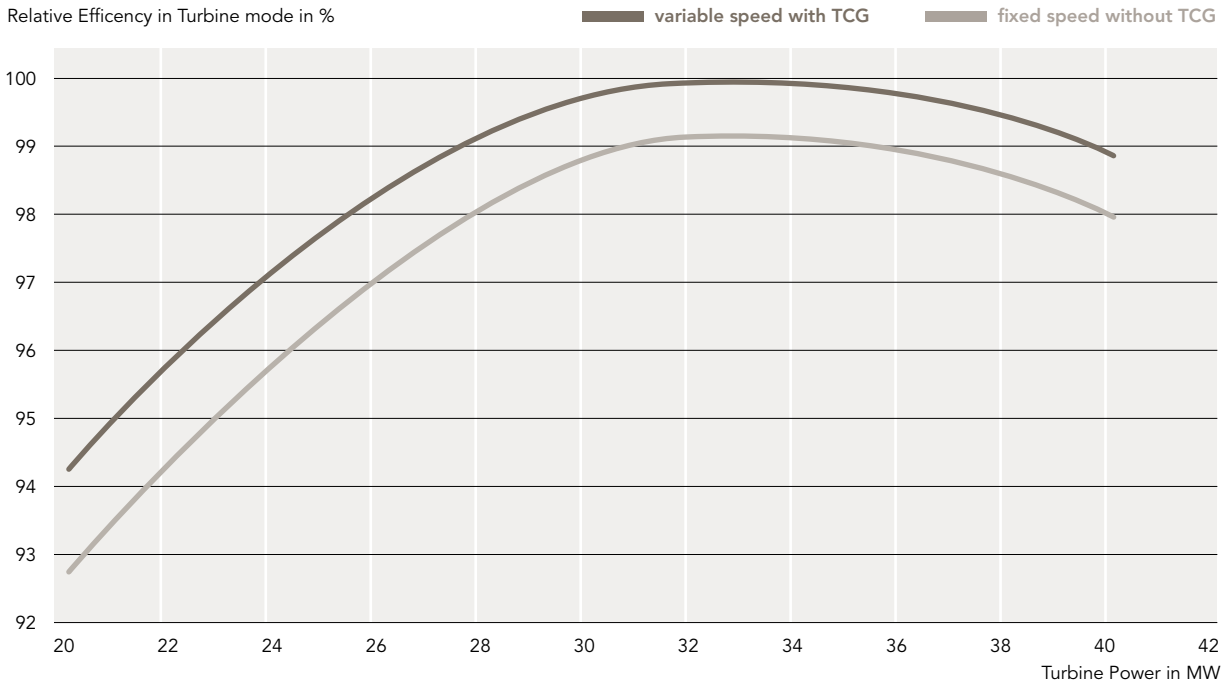
Daten des Frequenzumrichters PSW Forbach (EnBW)

Bemessungsleistung	21,3 MW
Bemessungsspannung	10.0 kV
Bemessungsstrom	1500 A
Drehzahlregelbereich	440–500 min ⁻¹
Leistungsregelbereich	12–20 MW



In den 90er Jahren hat AEG für ein vorhandenes PSW (Pumpspeicherkraftwerk Forbach der Badenwerke, heute EnBW) einen Großstromrichter mit 1320 A bei 10 kV Generatorspannung geliefert. Der vorhandene etwas ältere Generator hatte mit dem neuen Umrichter einen einwandfreien Betrieb aufgenommen. Mit Hilfe des Umrichters wurde das PSW zum Regelaggregat im Verbundnetz. Abhängig von der Netzfrequenz, wurde der Wirkleistungsbedarf des Netzes geregelt. Die Primär- und Sekundärregelung konnte mit diesem Pilotprojekt positiv beeinflusst werden. **Ein TCG (Thyristor Controlled Generator) war geschaffen.**

In the 1990s AEG supplied a large converter with 1,320 A at 10 kV generator voltage to an existing pumped-storage hydro-electric power station (Badenwerke's Forbach, now EnBw). The operation of the existing older generators with the new converters was problem-free. Through the converters the pumped-storage hydro-electric power station became the control plant in the area mains network. The mains active power was controlled according to the mains frequency. This pilot project allowed a positive impact on the primary and secondary control. **The procurement of a TCG (Thyristor Controlled Generator) was born.**



Wir nutzen TCG-Thyristor-Systeme für die kontinuierliche Regelung von großen Generatoren (Pumpen/Turbinen) in Pumpspeicherwasserkraftwerken.

- Bereitstellung elektrischer **Spitzenenergie** von ca. 1000 MW auf der Basis von mehreren 200 MVA Generatoren der Wasserkraft
- **Primär- und Sekundärregelung** im Verbundnetz sowie Ausregelung der täglichen Lastflanken
- Phasenschieberbetrieb zur Verbesserung des Lastwinkels $\cos \varphi$ mit Verringerung der Übertragungsverluste
- Bereitstellung der **Minutenreserve für den Ausfall** großer Kraftwerksblöcke im Verbundnetz
- **Schwarzstartfähigkeit:** Wiederaufbau des Netzes nach einem Netzzusammenbruch unter Beachtung der Einbindung des Netzes in den DVG-UCTE-Verbundbetrieb
- **Verbesserung der Regelfähigkeit** und -qualität des Verbundnetzes in Schwachlastzeiten durch die Übernahme von Regelaufgaben durch das PSW auch im Pumpbetrieb
- **Wirkungsgradverbesserung** im Turbinenbetrieb um im Mittel ca. 5 Prozentpunkte an den Hydroturbinen, insbesondere bei Teillastfahrweise

We use TCG thyristor systems for the continuous control of large generators (pumps/turbines) in pumped-storage hydro-electric power stations.

- Provision of electrical **peak energy** of more than 1,000 MW in accordance to regulated generators with each 200 MVA on hydropower plants
- **Primary and secondary control** in the area mains network, and regulation of the daily load flanks
- Phase-shifting operation to improve the load angle $\cos \varphi$ with minimisation of transfer losses
- Provision of **tertiary control for the failure** of large block-unit power stations in the area mains network
- **Blackstart facility:** Network rebooting following a mains network failure, including the DVG-UCTE area operation
- **Improvement of the control capability** and quality of the area mains network in low load times by using the pumped-storage hydro-electric power station for control tasks including in pump operation
- **Improvement in the efficiency** of turbine operation by an average of 5 percent points on the hydro-turbines, in particular at partial load

MODERN AUS TRADITION

AEG Industrial Engineering wurde als Nachfolger der Industrieaktivitäten des AEG-Konzerns gegründet und hat auch den Ersatzteil- und Modernisierungsauftrag für die Kunden der alten AEG erhalten. Firmensitz ist der Standort der ehemaligen AEG-Industrieanlagen am Berliner Hohenzollerndamm.

AEG IE bewahrt das industrielle Erbe von AEG und steht weiterhin für Entwicklung und Modernisierung.




TIME-HONOURED INNOVATION

AEG Industrial Engineering was established as successor to continue with the original AEG's industrial business operations, while also maintaining the spare part and modernisation obligations for customers of the old AEG. The company's head office is located on Hohenzollerndamm in Berlin, the site of the former AEG Industrieanlagen.

AEG IE preserves the industrial legacy and continues to symbolise development and modernisation.

AEG Industrial Engineering Aktiengesellschaft
Hohenzollerndamm 152 · 14199 Berlin
Tel. +49 30 820 99-490 · Fax +49 30 820 99-499
aeg@aeg-ie.com · www.aeg-ie.com

 We take care of your Power Quality®