

Symphony Plus für Industrie Turbinen S-TurboCONTROL



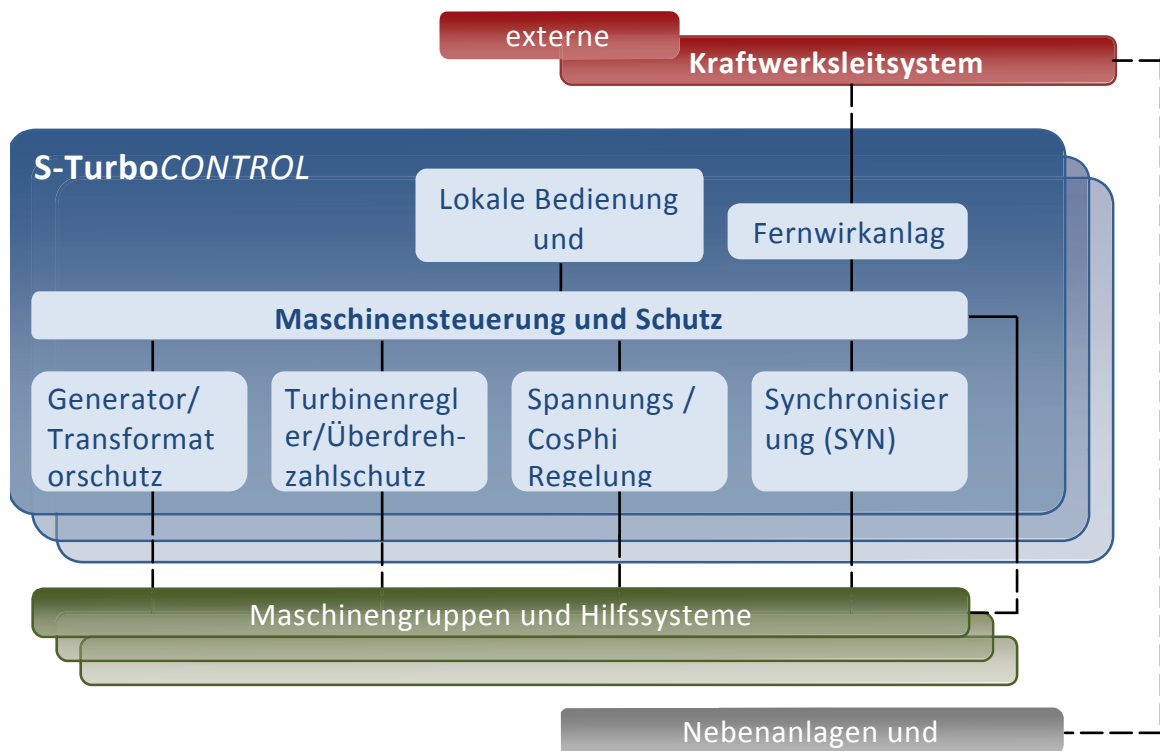
Übersicht / Inhaltsverzeichnis

1 – Systemplattform	6
S-TurboCONTROL basiert auf der neuesten Generation mit dem AC500-Prozessleitsystem von ABB.	
2 – Turbinenregler und Turbinenschutz	8
Der Turbinenregler ist das Herz des S-TurboCONTROL und sorgt für eine stabile und flexible Regulierung der Turbine mit verschiedenen Betriebsarten wie z. B. Vordruck- oder Gegendruckregelung, Entnahmedruckregelung oder elektrische Leistungsregelung. Dazu gehört auch die Hochfahr- und Belastungsprogramm für das stetige Hochfahren der Drehzahl und das Belasten nach dem Synchronisieren. Der Überdrehzahlschutz wird je nach vorhandener Aktorik zwei- oder dreikanalig ausgeführt. Die weiteren Schutzfunktionen (Dampfdrücke, Schmieröl, Vibration, Wellenlage, usw), werden nach den spezifischen Bedürfnissen integriert oder in den Schutzpfad eingebunden.	
3 – Steuerung und Automatisierung	16
Die Ablaufsteuerung (Automatik) dient dem vollautomatischen Anfahren und Abstellen der gesamten Maschinen- gruppe. Sie verarbeitet die ganzen Informationen und fährt die Turbine mit allen Hilfsbetrieben aus dem kalten Zustand automatisch hoch und wieder herunter.	
4 – Hydraulik Antriebs- und Messtechnik	18
Komponenten ausserhalb des Schrankes wie Sensoren, Antriebe, Feldverkabelung oder auch hydraulische Einrichtungen sind nicht Teil dieses Produktbeschreibs. Sie werden bei Bedarf von ABB jedoch selbstver- ständlich in den Lieferumfang miteinbezogen.	
5 – Spannungsregelung	20
Mittels der Erregung (AVR) wird die Generatorspannung oder der Coder os Phi R die Blindleistung automatisch geregelt. Die Übergänge von einer zur anderen Betriebsart, wie auch zur Feldstromregelung erfolgen stossfrei. Diverse Begrenzer sorgen für einen sicheren und stabilen Betrieb. Die zahlreichen Softwareoptionen wie Dioden Überwachung, Echtzeituhr oder Blindlastteilung für mehrere Maschinen machen dieses Modul sehr vielseitig einsetzbar.	
6 – Elektrischer Generator- und Transformatorschutz	21
Der elektrische Generatorschutz wird durch eines oder mehrere numerische Schutzrelais von ABB gewährleistet. Die verfügbaren äusserst schnellen Schutzfunktionen gewährleisten einen maximalen Schutz der Anlage. Das Schutzkonzept wird je nach Anforderung ausgelegt um eine optimale Anpassung an die jeweilige Anwendung zu ermöglichen. Bei Bedarf werden auch Transformatoren oder Leitungen mit einbezogen.	
7 – Synchronisierung	22
Die ABB Synchronisiergeräte sorgen für eine sichere und schnelle Netzanbindung in Kraftwerken oder Strom- verteilssystemen. Sie ermöglichen vollautomatisches und /oder manuelles Synchronisieren von Generatoren mit dem Netz oder das Parallelschalten von synchronen Leitungen.	
8 – Bedienung, Überwachung und Kommunikation	24
Die Maschine kann sowohl auf dem lokalen Bedienpaneel oder auch von extern bedient und überwacht werden. Die verfügbaren Bedienbilder wie Maschinenübersicht, Einpol-Schema, Steuerung und Ablauf, Trenddiagramme, Ereignis- und Alarmlisten, etc. werden den individuellen Kundenbedürfnissen angepasst. Die vielfältigen Schnitt- stellen ermöglichen eine nahtlose Anbindung an alle gängigen externen Leitstellen.	
9 – Schaltschrank	25
Die Schaltschränke werden gemäss Anforderung ausgelegt und bestückt (in der Regel 1 bis 3 Felder). Nach Möglichkeit wird der S-TurboCONTROL in Schränken vormontiert und geprüft auf die Anlage geliefert. Bei Bedarf werden die Komponenten auch in bestehende Schränke vor Ort eingebaut.	
10 – Schlüsselkompetenzen	26
11 – Dienstleistungen	27

S-TurboCONTROL

Die kompakte Komplettlösung, zum sicheren und verlässlichen Betrieb von Maschinengruppen in Kraftwerken aus einer Hand. Einfache Anpassung an individuelle Anforderungen durch den modularen Aufbau. Nahtlose Anbindung an alle gängigen Systeme oder Leitstellen.

Aufbau / Module



Alles aus einer Hand

Von der Planung über die Ausführung bis Betrieb und Unterhalt – ABB betreut das gesamte Paket aus einer Hand. Der Planungs- und Koordinationsaufwand des Kunden wird somit auf ein Minimum reduziert. ABB ermöglicht eine gesamtheitliche Projektausführung mit wenig Schnittstellen sowie einen umfangreichen Support über das ganze System.

Ausführung und Produkte

Der Schaltschrank wird je nach Anforderung bestückt. Nach Möglichkeit wird die Lösung in Schränken (mit Schwenkrahmen) vormontiert und geprüft auf die Anlage geliefert. Bei Bedarf werden die Komponenten auch in bestehende Schränke vor Ort eingebaut. Die verwendeten ABB-Produkte befinden sich auf einem sehr hohen Entwicklungsstand und haben sich weltweit 1000-fach bewährt. Sie zeichnen sich durch hohe Zuverlässigkeit unter allen Betriebsbedingungen aus.

Die Kompetenz von ABB

ABB Schweiz ist führend in der Entwicklung und Herstellung von Leittechniksystemen für Kraftwerke. Mit der langjährigen Erfahrung und dem breiten Portfolio bietet ABB auf individuelle Bedürfnisse zugeschnittene Lösungen von der Planung über die Ausführung bis zum Betrieb und der Instandhaltung. ABB Schweiz AG hat mit dem Nachrüsten von Steuerungen an Hydro/Industrie Turbinen ausgezeichnete Ergebnisse erzielt, welche durch höchste Verfügbarkeit und Sicherheit bestechen. Unsere Service-Hotline verbindet Sie rund um die Uhr mit Ihrem kompetenten ABB-Experten.



1 – Systemplattform

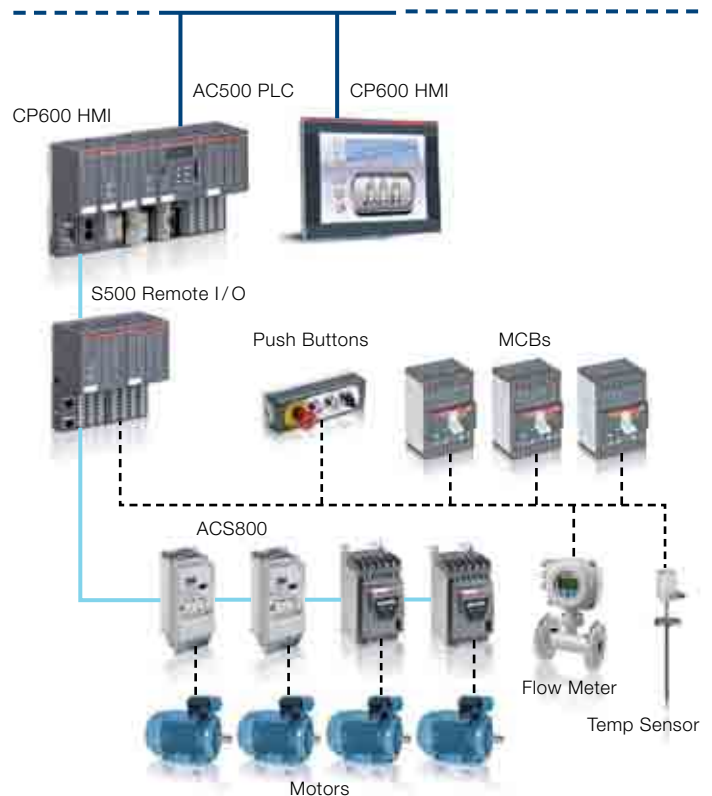
Maschinensteuerung- und Automatisierung

ABB bietet das komplette Niederspannungs-Sortiment aus einer Hand: Von der SPS über Geräte zum Schalten und Schützen, z. B. Sanft Starter, Schütze, Leistungsschalter bis hin zu Standardsensoren. Viele dieser ABB-Komponenten sind bereits in das neuartige Systemkonzept integriert. Beispiele hierfür sind der Universal Motor Controller UMC22-FBP für den effektiven Motorschutz und die besonders komfortable Motorsteuerung, die dialogfähigen Leistungsschalter Tmax T4, T5, der Sanft Starter PSS und der drahtfreie Näherungsschalter. Mit der AC500 wird das Sortiment rund um den FBP um feldbusneutrale E/A-Module und eine CPU ergänzt, die über den FBP auch als Feldbus-Slave eingesetzt werden kann.

Die leistungsfähige Systemplattform ist frei skalierbar und verfügt über benutzerfreundliche Programmiersprachen. Daher sind auch zukünftige Anpassungen oder Erweiterungen kein Problem. Die Steuerung und Regelung der Turbinen wird meist auf der AC500-Prozessleitsystem von ABB realisiert, je nach Anforderung kann dies jedoch auch die AC800-Familie sein. Beide Familien gehören zu der neuesten Generation von Prozessleitsystemen. Sie zeichnen sich durch ihren modularen sowie flexiblen Aufbau aus und sind für den zuverlässigen Einsatz im industriellen Umfeld und für die Anforderungen im Kraftwerk konzipiert.

Programmierung

Der Control Builder AC500 ist das Engineering Tool für alle CPU-Leistungsklassen der AC500, für die durchgängige Programmierung nach der Norm IEC61131-3 in fünf Sprachen: Funktionsbausteinsprache (FBS)-Anweisungsliste (IL) – Kontaktplan (LD)-Strukturierter Text (ST)-Ablaufsprache (SFC). Weitere Eigenschaften sind Konfiguration des Gesamtsystems inklusive Feldbusse und Schnittstellen, umfangreiche Diagnosefunktionen, Alarmierung, integrierte Visualisierung und offene Software-Schnittstellen. Die Logik zur Steuerung der Antriebe ist als Funktionsplan (Funktionsblockschaltung) implementiert einfach zu lesen und intuitiv verständlich. Der integrierte Feldbuskonfigurator ermöglicht die Anbindung von PROFI-BUS DP, CANopen, DeviceNet, Ethernet, Modbus und CS31. Als Offene Schnittstellen stehen DDE und OPC zur Verfügung. Die Programmierung erfolgt seriell oder über die Netzwerke Ethernet oder ARCNET. Das Tool basiert auf Windows 32 Bit-Standard/Betriebssysteme Windows 2000 und XP und beinhaltet umfangreiche Bibliotheken.



AC500 Station mit CPU und E/A-Geräten

Die Rechner (CPU)

sind in verschiedenen Leistungsklassen verfügbar, durchgängig programmierbar in fünf Sprachen und ausgestattet mit CD-Display, Bedientastatur, SD-Card-Einschub und zwei integrierten seriellen Schnittstellen. Die CPUs sind einfach auf den CPU Modulträger aufsteckbar. Optional sind sie auch mit integriertem Ethernet oder ARCNET lieferbar.

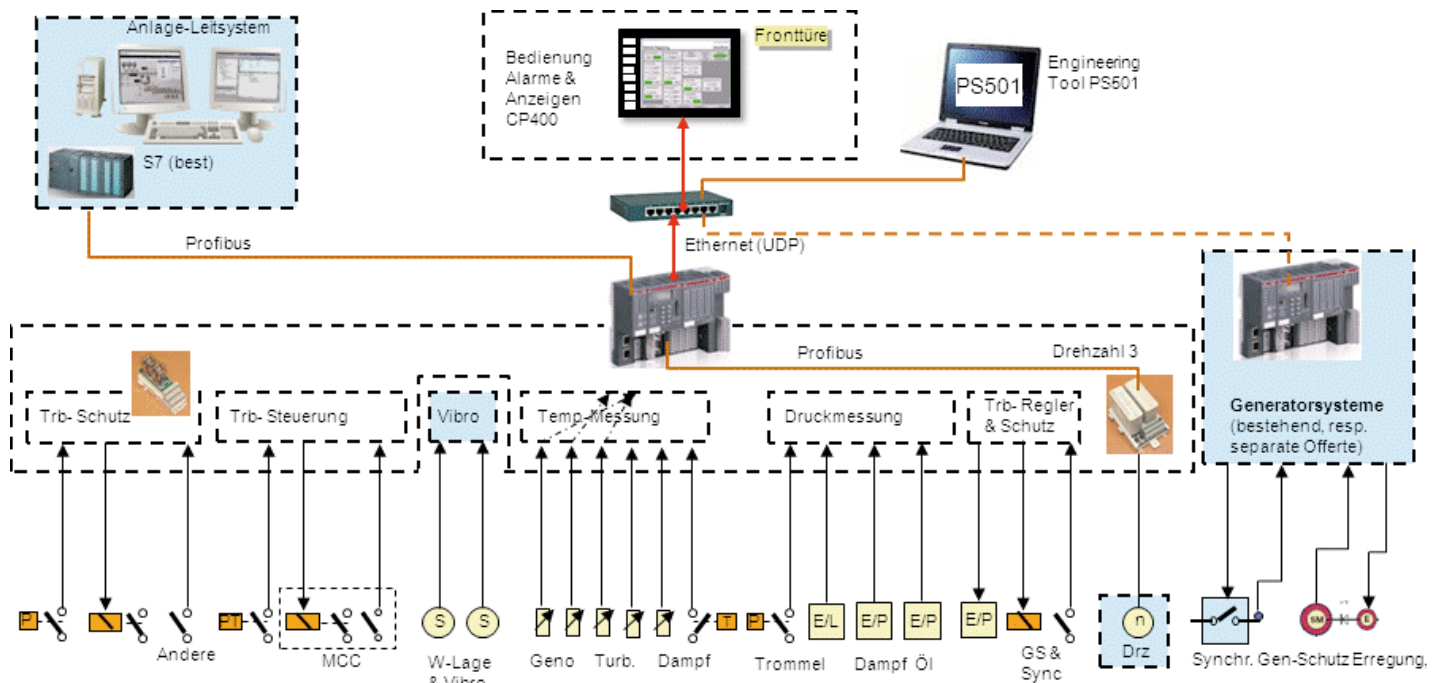
Die Kommunikationsmodule

Die Kommunikationsmodule ermöglichen den Anschluss an Standard-Feldbussysteme und die Integration in bereits vorhandene Netzwerke. Bis zu vier Kommunikationsmodule in beliebiger Kombination sind an einer CPU zulässig. Das Ergebnis ist eine sehr hohe Kommunikationsfähigkeit.

Die E / A-Module

Das System beinhaltet digitale und analoge E / A-Module in verschiedenen Ausführungen. Sie sind einfach auf die Klemmenblöcke aufsteckbar – für die lokale Erweiterung der CPU (bis zu zehn lokale E / A-Module) und die dezentrale Erweiterung über das FBP-Interface. E / A- und D / A-Kombinationsgeräte erhöhen die Flexibilität zusätzlich.

Funktionsübersicht mit übergeordnetem Fremdsystem als Beispiel

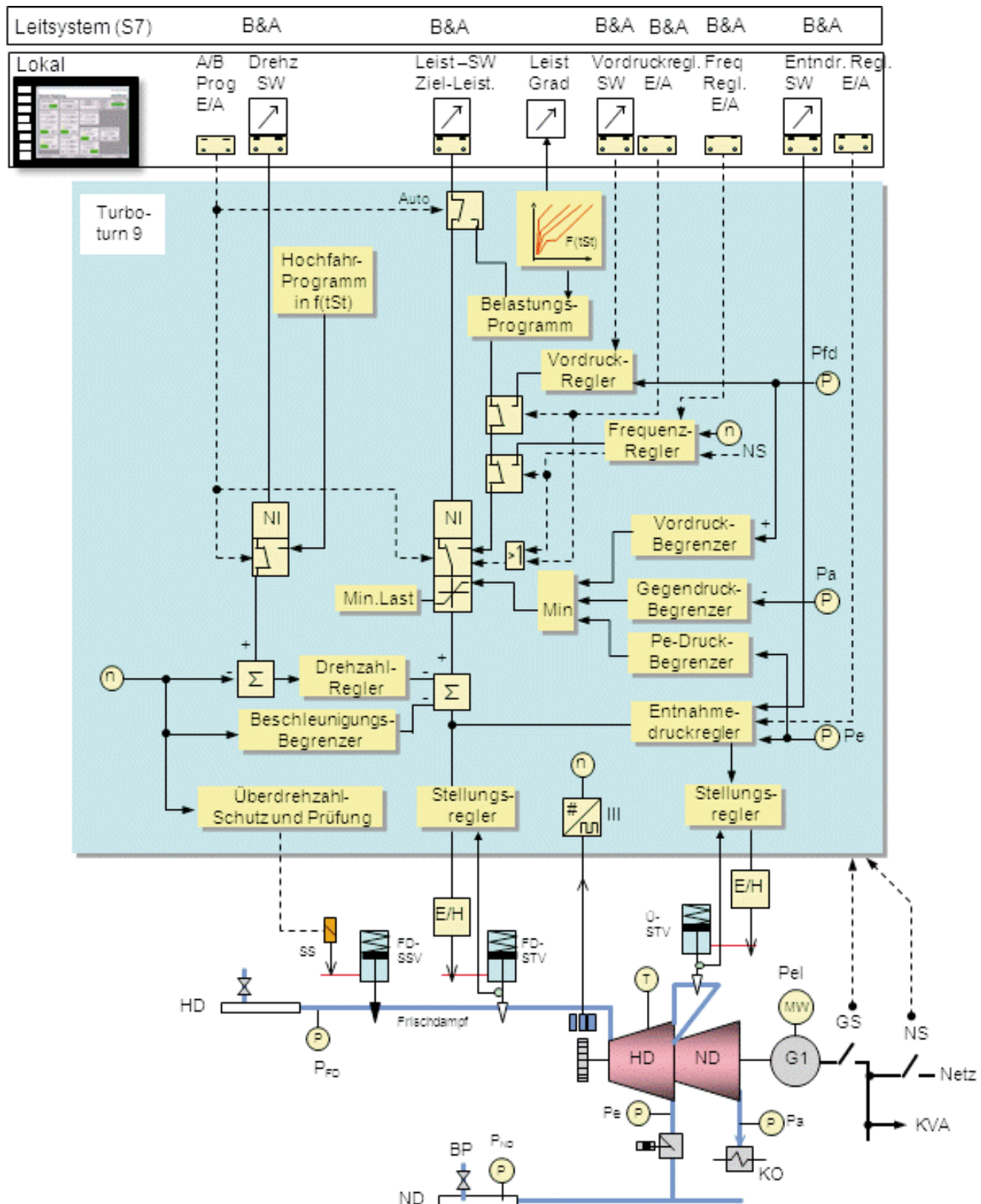


Wichtigste Komponenten

- ☐ Turbinenregelung und Steuerung in AC500-Technik
- ☐ Redundanter Überdrehzahlschutz
- ☐ Touchpanel-Bedienung an der Schrankfront
- ☐ Profibusverbindung zum Fremd-Leitsystem

2 – Turbinenregelung / Überdrehzahlschutz

Turbinenregler



Einführung

Die Zuverlässigkeit und Sicherheit einer Dampfturbine hängt wesentlich von der richtigen Funktion des Leitsystems, und speziell von der Betriebssicherheit des Regel- und Schutzsystems ab. Regler und Schutz des S-TurboCONTROL sind modular aufgebaut, so dass der Einsatz an Industrie-Dampfturbinen, wie auch an grossen Dampfturbinen möglich ist.

Regelung

Die Dynamik der Dampfturbine stellt hohe Anforderungen an das Leitsystem bezüglich den zu erfüllenden Regelaufgaben. Das unerwartete Öffnen des Generator- / Netzschalters oder die Auftrennung des Verbundnetzes in einzelne Teilnetze verlangen höchste Reaktionsgeschwindigkeiten des Reglers. ABB erfüllt diese Aufgaben mit Hilfe des modular aufgebauten Dampfturbinenreglers. Die Geräte und Funktionsmodule sind hoch standardisiert. Die Redundanz der Stationen, Rechner und Messkreise ist einfach an den spezifischen Bedarf anpassbar. Der Regler besteht aus dem Drehzahlregler als Kern und Zusatzmodulen, welche so weit wie möglich gleich aufgebaut sind. Sie können somit nach Bedarf zusammengesetzt werden und sind einfach zu verstehen.

Geschwindigkeit

Die Abarbeitungsgeschwindigkeit der einzelnen Module kann zwischen wenigen Millisekunden (ms) und 1000 ms gewählt werden. Damit wird die Rechnerleistung optimal ausgenützt. Die Module mit höchster Geschwindigkeitsanforderung werden öfters abgearbeitet als diejenigen mit geringerer Anforderung. Die Drehzahlregelung und Ansteuerung der Turbinen-Stellventile wird z. B. alle 20ms aufgefrischt, während das up-date anderer Regelkreise in etwas grösseren Abständen erfolgt.

Drehzahlregler

Der Drehzahlregler ist aus Gründen der Sicherheit immer aktiv und kann deshalb niemals ausgeschaltet werden. Er dient dem Hochfahren, scharfen Überdrehzahlprüfen und der Frequenzregelung im Lastbetrieb.

Im **Hochfahr**-Leerlauf- und Überdrehzahlbetrieb hat der Drehzahlregler eine PI-Struktur. Damit regelt er die Drehzahl genau auf den Sollwert aus und ist immer stabil.

Im **Lastbetrieb** hat der Drehzahlregler eine Proportional (P)-Struktur und regelt mit einem Proportionalbereich von 5 %. Der Drehzahlregler beherrscht alle, auch die unerwartet eintretenden Vorgänge wie Netzstörungen, Öffnen des Generator- oder Netzschalters, usw., problemlos.

Der Drehzahlregler dient dem Hochfahren und der Frequenzregelung im Lastbetrieb. Der Drehzahlregler beherrscht alle, auch die unerwartet eintretenden Vorgänge wie Netzstörungen, Öffnen des Generator- oder Netzschalters, usw., problemlos.

Frequenztotband

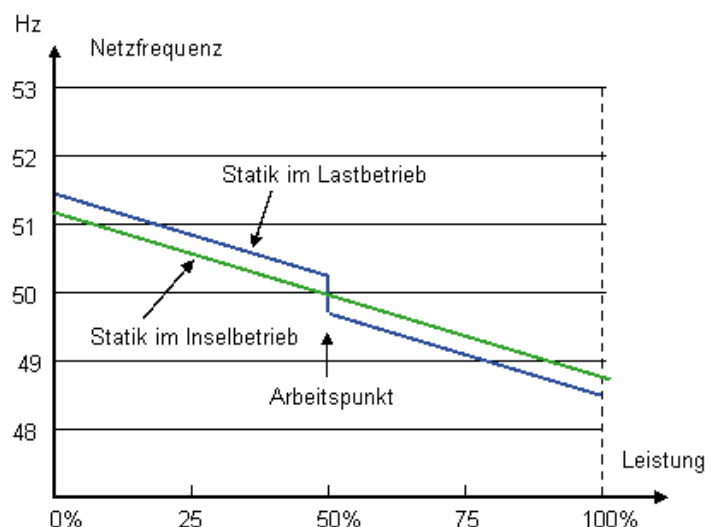
Der Drehzahlregler hat ein Frequenztotband, welches im Lastbetrieb den Einfluss einer Netzfrequenzabweichung vom Einfluss auf die Regelventile unterbindet. Das Totbandbereich ist normalerweise auf $\pm 30\text{mHz}$ gesetzt und kann anlagenspezifisch eingestellt werden.

Das Totband wird automatisch eingeschaltet:

- ☐ mit dem Synchronisieren
- ☐ mit dem Einschalten des Vordruckreglers

Das Totband wird automatisch ausgeschaltet:

- ☐ beim Öffnen des Generatorschalters
- ☐ bei einer grösseren Frequenzstörung
- ☐ bei Inselbetrieb (durch Öffnen des Netzschalters und Frequenzregler Ein)



2 – Turbinenregelung / Überdrehzahlenschutz

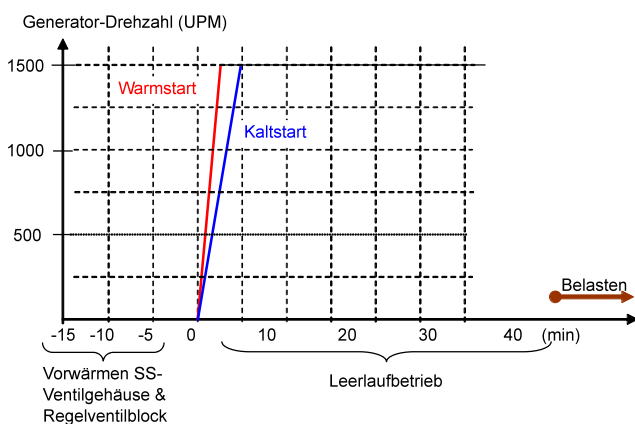
Hochfahren von Hand

Nach dem Rearmieren des Sicherheitssystems sind die Schnellschlussventile (SSV) an der Turbine geöffnet und die Regelventile noch geschlossen. Mit den Tasten «Drehzahlsollwert Höher / Tiefer» kann die Turbine von Hand hochgefahren werden. Im kritischen Drehzahlbereich der Turbine (wo erhöhte Vibrationen auftreten können) kann die Drehzahl nicht angehalten werden. Das Hochfahren muss entsprechend der ursprünglichen Vorschrift erfolgen.

Automatisches Hochfahren

Das Hochfahren kann mittels der H/T-Tasten am Vorortschrank gemacht werden. Dabei ist die Hochfahrzeit gemäss Anfahrtdiagramm einzuhalten. Das Hochfahren kann auch mittels des Hochfahrprogramms durchgeführt werden. Es erlaubt das automatische Anfahren vom Wellendrehen bis zur Nenndrehzahl mittels stetiger Drehzahlerhöhung. Dabei wird die Stillstandszeit seit dem letzten Abstellen der Turbine berücksichtigt und automatisch der entsprechende Gradient für Kaltstart oder Warmstart gewählt. Die kritischen Drehzahlbereiche der Turbine (hohe Vibration) werden ohne Anzuhalten durchfahren. Der Startbefehl wird durch den Operator gegeben. Er muss vorher sicherstellen, dass alle notwendigen Vorbereitungen an der Turbine und deren Hilfsbetriebe erfolgt sind.

Bei vorangehendem Stillstand < 8 Stunden und Gehäusetemperatur > 100°C gilt Warmstartgradient, sonst der Kaltstartgradient. Bei 80 % der Nenndrehzahl wird das Hochfahrprogramm gestoppt und die Maschine bleibt auf dieser Drehzahl bis der Maschinist das Programm wieder startet. Dann wird auf Nenndrehzahl weitergefahren.



Synchronisierung und Minimallast

Nach Erreichen der Nenndrehzahl kann das Synchronisiergerät (Synchrotakt) eingeschaltet werden. Dieses gibt an den Drehzahlsollwert des Reglers die Verstellbefehle, um die Turbinendrehzahl (Frequenz) und die Phasenlage an die des Netzes

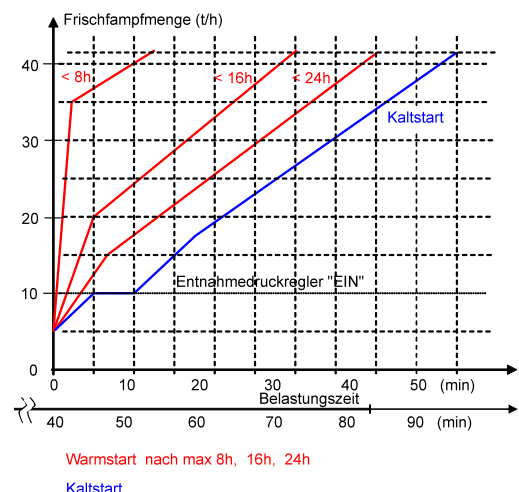
anzugleichen. Nach dem Schliessen des Generatorschalters wird automatisch die Minimallast von 3 % aufgeschaltet, um Rückleistung am Generator zu verhindern. Falls bei abweichender Netzfrequenz synchronisiert wurde, wird der Drehzahlsollwert automatisch mit der Netzfrequenz mitgehend auf den Nennwert nachgeführt.

Belasten von Hand

Das Belasten kann mittels der H/T-Tasten am Vorortschrank gemacht werden. Dabei ist der Belastungsgradient gemäss Anfahrtdiagramm (oben) einzuhalten. Der Operator muss vorher sicherstellen, dass alle notwendigen Vorbereitungen an der Turbine und deren Hilfsbetriebe erfolgt sind. Ebenso sind die üblichen Überwachungsvorgänge und Aktionen, wie Schliessen der Entwässerungen, usw. weiter durchzuführen.

Automatisches Belasten

Das Belastungsprogramm erlaubt das automatische Belasten von der Minimallast bis zur eingestellten Ziellast. Dabei wird die Stillstandszeit seit dem letzten Abstellen der Turbine berücksichtigt und automatisch der entsprechende Gradient für Kaltstart oder Warmstart gemäss Anfahrtdiagramm (unten) gewählt. Der Operator muss auch hier vorher sicherstellen, dass alle notwendigen Vorbereitungen an der Turbine und deren Hilfsbetriebe erfolgt sind. Nach dem Synchronisieren wird das Belastungsprogramm auf «EIN» gestellt. Die Ziellast geht dabei automatisch auf 100 %. Das Belasten beginnt unmittelbar danach und endet mit dem Erreichen der Vollast oder den automatischen Übergang auf Vordruckregelung. Beim Übergang auf Vordruckregelung schaltet sich das Belastungsprogramm automatisch aus. Dies ist auch der Fall, wenn einer der Begrenzer ansprechen sollte. Während das Belastungsprogramm läuft müssen die üblichen Überwachungsvorgänge und Aktionen, wie Schliessen der Entwässerungen, usw. weiter von Hand vorgenommen werden.

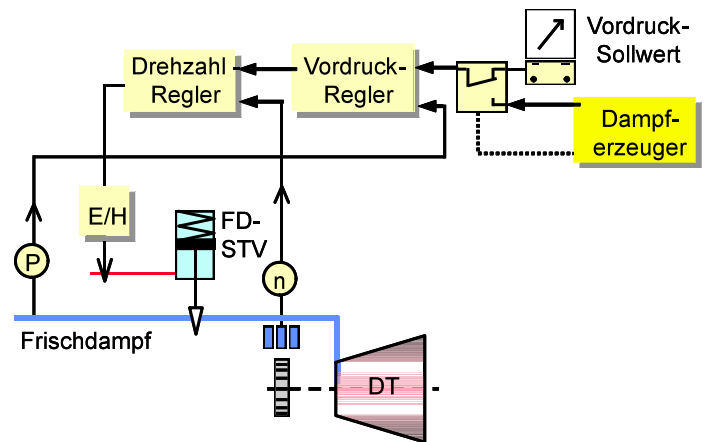


Übergeordnete Regler

Übergeordnete Regler regeln die steuern den Leistungssollwert der Turbine mittels eines Reglers. In der klassischen KVA / Industrie gelten der Vordruckregler und der Frequenzregler als solche.

Vordruckregler

Der Vordruckregler regelt den Dampfdruck vor den Einlassventilen der Turbine. Er ist der Regler für den „Normalbetrieb“ in einer KVA. Damit lässt sich jederzeit der gesamte produzierte Dampf durch die Turbine verarbeiten. Der Drucksollwert ist so auf den Sollwert des Druckreglers des Turbinenbypass abgestimmt, dass dieser – sofern die Turbine keine Begrenzung hat – auch bei raschen Änderungen der Dampferzeugermenge immer geschlossen bleibt. In einer KVA schaltet sich der Vordruckregler nach dem Belasten der Turbine automatisch ein, wenn der Bypass sich schliesst. Dieser steht mit einem leicht erhöhten Drucksollwert bereit, um bei Bedarf den überschüssigen Dampf zu übernehmen. Die elektrische Leistung variiert dabei mit der Feuerleistung. Die Vordruckregelung wird bei Inselbetrieb automatisch abgeschaltet.

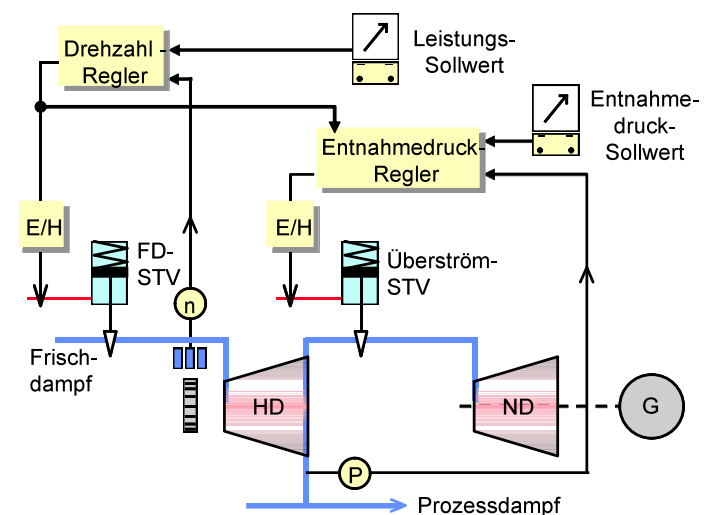


Entnahmedruckregler

Zwischen der HD Turbine und der ND-Turbine wird Dampf entnommen und in das ND-System (Industrie oder Fernwärme) eingespeist. Der Entnahmedruckregler regelt den Dampfdruck in einer Prozessdampfschiene. Mittels Androsselung der ND-Regelventile werden der Entnahmedruck und damit die Entnahmemenge erhöht.

Der Kesseldruck muss über den Brennstoff geregelt werden. Die elektrische Leistung variiert dabei durch die Dampfentnahmemenge.

Die Entnahmeregulation kann jederzeit im Lastbetrieb sprunglos ein- oder ausgeschaltet werden, wenn die HD-Leistung gross genug ist (z. B. Radkastendruck > ca 15 % des Nennwertes). Dann beginnt das Aufstauen vor der Rückschlagklappe. Die Entnahmeregulation wird bei Inselbetrieb automatisch abgeschaltet (Öffnen des Überströmventils), um die Frequenzregelung nicht unnötig zu stören.

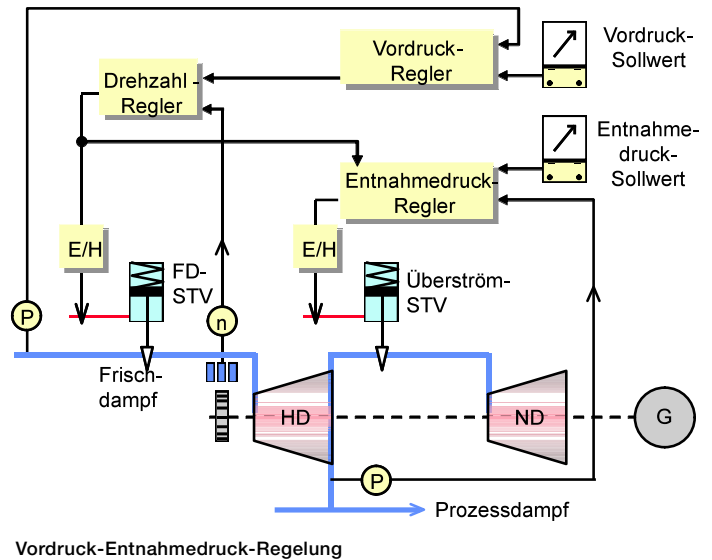


Leistungs-Entnahmedruck-Regelung mit fixem Ventilstellungssollwert.

2 – Turbinenregelung / Überdrehzahlschutz

Vordruck-Entnahmedruck-Regelung

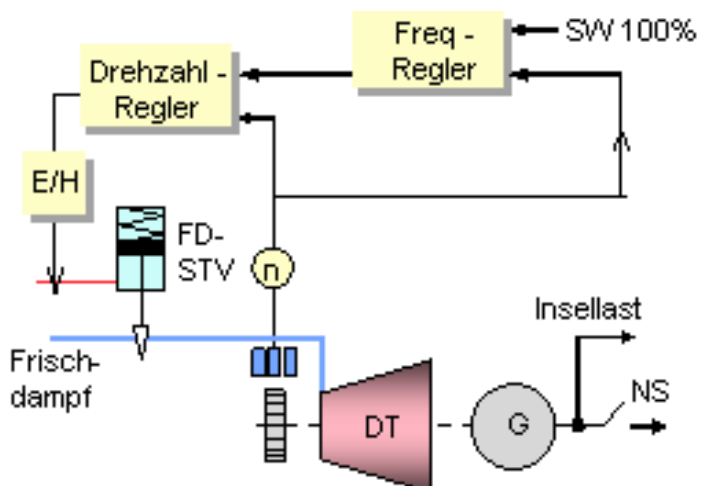
Entsprechend der Auslegung der Turbine können gleichzeitig der Vordruck und der Entnahmedruck geregelt werden. Mit dem Einschalten der Entnahmeregulierung beginnt das Aufstauen vor der Rückschlagklappe bis die Regelung die Ventilführung übernimmt. Vordruck- und Entnahmeregulierung können jederzeit im Lastbetrieb sprunglos ein- oder ausgeschaltet werden, wenn die HD-Leistung gross genug ist (z. B. Radkastendruck > ca 15 % des Nennwertes). Die Entnahmeregulierung wird bei Inselbetrieb automatisch abgeschaltet (Öffnen des Überströmventils), um die Frequenzregelung nicht unnötig zu stören.



Frequenzregelung im Inselbetrieb

Falls sich der Schalter zum Verbundnetz (NS) öffnet, muss die Turbogruppe die elektrische Leistung (z. B. für eine KVA) allein liefern. Unmittelbar nach dem Öffnen des Netzschalters fällt in der Regel der grösste Teil der elektrischen Last weg. Die Turbogruppe beschleunigt stark, wodurch der Drehzahlregler die Regelventile sofort zuführt. Die Turbogruppe stabilisiert sich bei einer entsprechend des P-Grades des Reglers erhöhten Frequenz. Das Signal des geöffneten Netzschalters schaltet den Frequenzregler ein, welcher die Inselfrequenz mittels Reduktion des Leistungssollwertes auf den Nennwert (50Hz) zurückregelt.

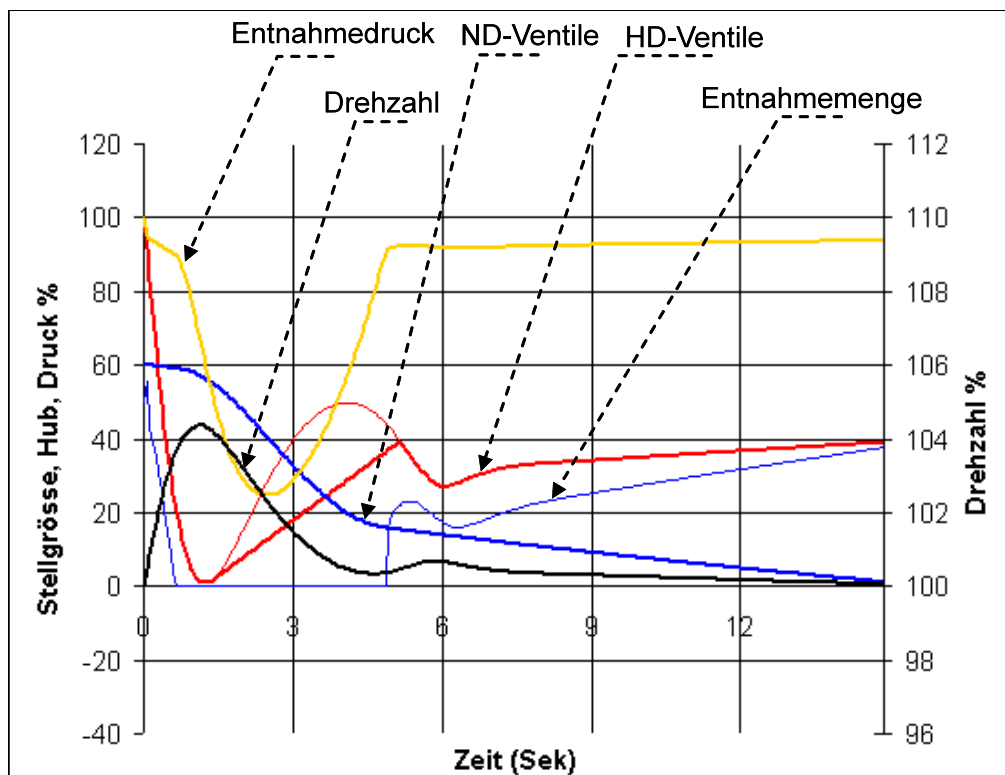
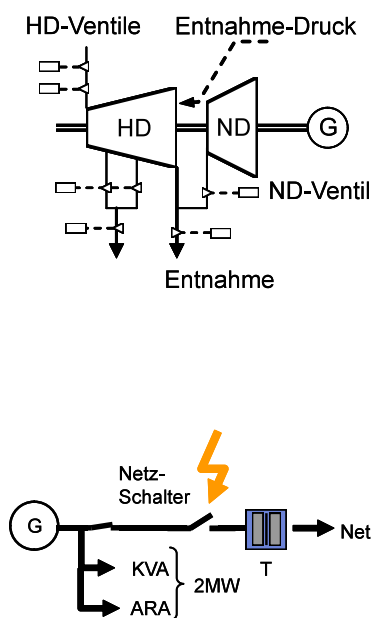
- Der Frequenzregler schaltet sich automatisch ein, wenn sich der Netzschalter im Lastbetrieb öffnet
- Der Frequenzregler schaltet sich automatisch aus, wenn der Netzschalter geschlossen ist oder wenn Netzschalter und der Generatorschalter geöffnet sind.
- Bei geschlossenem Generatorschalter und geöffnetem Netzschalter (Inselbetrieb) kann der Operator den Frequenzregler ein- oder ausschalten.



Lastabwurf auf ein Inselnetz

Die Anlage (KVA oder eine Industrieanlage) kann vom Hauptnetz getrennt werden, indem ein bestimmter Netzschalter öffnet. Dann muss die Turbogruppe die Anlage weiterhin mit elektrischer Energie versorgen. Entscheidend ist, dass nebst der richtigen Struktur der Regelung (was bei S-TurboCONTROL der Fall ist), auch die Servomotoren genügend schnell und mit wenig Totzeit bewegt werden können. Entscheidend dabei ist auch das richtige Zusammenspiel der HD- und ND-Regelventile.

Die Grenz-Schliessgeschwindigkeit der Servomotoren muss dabei in der Regel nicht voll ausgenützt werden. Die Drehzahlerhöhung bleibt in vernünftigen Grenzen, bewirkt aber ein starkes vorübergehendes Androsseln der HD-Ventile. Beim Wiederöffnen werden sie an der Grenzgeschwindigkeit fahren, was zu einem ebenfalls vorübergehenden Abriss der Entnahme-Dampfmenge führen wird. Damit die Drehzahl (Frequenz) des Inselnetzes rasch in den Bereich des Nennwertes geführt wird, muss der Regler ein Signal von dem öffnenden Koppelschalter erhalten. Die gezeigte Simulation erfolgte mit üblichen Werten (Leistungsanteile, Stellzeiten, usw). Die Realität kann dann in gewissen Grenzen abweichen, aber nicht wesentlich.



Simulation eines Lastabwurfs auf ein Inselnetz mit ca 20 % der Nennleistung

2 – Turbinenregelung / Überdrehzahlenschutz

Begrenzer

Die Begrenzer wirken im Leistungsbetrieb und schützen die Turbine vor unzulässigen Betriebszuständen, wie

- zu tiefem oder zu schnell sinkendem Vordruck
- zu hohem Entnahmedruck
- zu hohem Gegendruck (Abdampfdruck) im Kondensator
- zu hoher Generatorleistung

Durch die rechtzeitige automatische Begrenzung wird die Verfügbarkeit der Turbine erhöht.

Handsteuerung

Die Regelung kann auf Handbetrieb gestellt werden, indem alle im Leistungsbetrieb wirksamen Regler und das Belastungsprogramm ausgeschaltet werden. Der Maschinist fährt dann die Ventile über den Leistungssollwert von Hand.

Ansteuerung der Servomotoren

Je nach Bauweise der bestehenden hydraulischen Regelung Turbine sind zentrale elektrohydraulische Wandler (EHW) im Regelöl oder direkt an den Servomotoren angebrachte Servoventile die optimale Lösung. Dies wird vorgängig abgeklärt und dem Betreiber entsprechend vorgeschlagen.

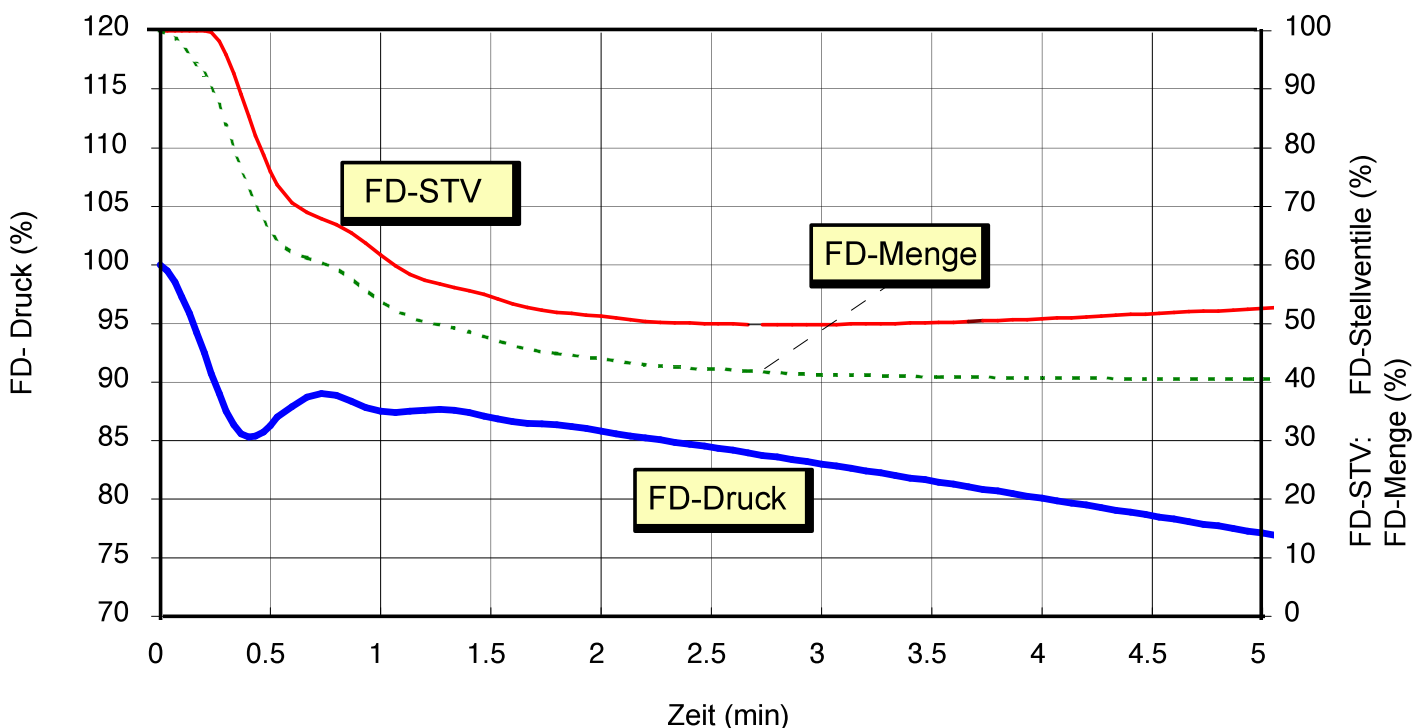
Anbindung an das Anlage-Leitsystem

Die AC500-Station wird an das Anlageleitsystem (z. B. via eine Profibus-Verbindung) angeschlossen. Das notwendige Engineering und die Software im Turbinenregler werden in der Regel mit eingeschlossen. Material und Arbeiten am Fremd-Leitsystem sind nicht eingeschlossen.

Turbineninstrumentierung

Die Mess-Instrumentierung (Drucktransmitter, Thermoelemente, elektrische Leistung, usw), kann beibehalten werden, wenn sie in einem guten Zustand ist. Bei Bedarf werden einzelne, oder auch alle Instrumente ersetzt.

FD- Druckgradientenbegrenzer



Schutz und Prüfung

Maschinenschutz

Sicherheitskritische Maschinen – und Anlagegrößen werden überwacht. Der Turbinenschutz schliesst die Schnellschlussventile (SSV) sofort, wenn die Turbine nicht mehr in den Betriebsgrenzen betrieben werden kann. Die Auslösekriterien der verschiedenen Systeme sind in eine Schutzkette eingefügt. Bei Überschreitung von definierten Limiten (Grenzen) werden entsprechende Schutzmassnahmen wie Schnell-Entlastung, Abfahren oder Not-Aus eingeleitet.

Der Turbinenschutz basiert auf dem 1 von 2 Schutzkonzept mit zwei Ruhestrom-Magnetventilen. Diese werden durch die Schutzkanäle dauernd erregt. Bei Abfall eines Magnetventils stellt die Turbine ab und alle Ventile werden sofort geschlossen. Folgende Auslösekriterien sind die Regel:

Schutzkriterien

- Überdrehzahl
- Schutz gegen Überdruck (Entnahme, Gegendruck, Kondensator)
- Signale von der Turbinenüberwachungsanlage
- Schnellschlussbefehl vom Regler
- Selbstüberwachung des Maschinenreglers
- Dampftemperaturschutz
- Generatorüberwachung (mechanisch)
- Diverse (Öldruck, Temperatur, Vibration, etc.)

Die meisten Schutzkriterien werden einkanalig oder zweikanalig erfasst. Der Überdrehzahlschutz ist zweikanalig ausgeführt und ist unabhängig von der AC500-Station direkt in die Auslösekette eingeschlaucht. Alle anderen Schutzkriterien gehen über die AC500-Station. Diese wird unabhängig von einem Watchdog überwacht. Dieser löst die Turbine aus, wenn der Rechner nicht mehr ordnungsgemäss arbeiten sollte. In der AC500-Station sind zudem die Prüffunktionen des Schutzes implementiert.

Prüfeinrichtung

Die sicherheitsrelevanten Funktionen können geprüft werden:

- Überdrehzahlschutz
- Bewegungsprüfung der Regelventile (fallweise)

Der Elektrische Generator und Transformatorschutz ist in einem separaten Kapitel behandelt.

Drehzahlmessung

Die Drehzahlmessung ist vom Impulsgeber bis zum Auslösebefehl mit zwei voneinander unabhängigen Messketten gebildet. Die Schutzbefehle sind direkt in die Relaiskette zu den Auslösemagnetventilen eingeschlaucht. Sie arbeiten auf dem Ruhestromprinzip. Die Drehzahlsignale der Messungen 1 und 2 gehen an den Turbinenregler und ebenso an die Steuerung für die Grenzwertbildung. In den Drehzahlmessungen wird der Geber überwacht und das Drehzahlsignal auf logisches Verhalten überprüft. Ein allfälliges Fehlverhalten wird den Signalempfängern mitgeteilt und erzeugt einen Alarm. Im Regler werden die Signale gegeneinander überwacht und bei Differenz auf logisches Verhalten überprüft. Ein Fehlverhalten einer Drehzahlmessung wird damit in jedem Fall erkannt. Die bestehenden Geber können fallweise weiter verwendet werden.

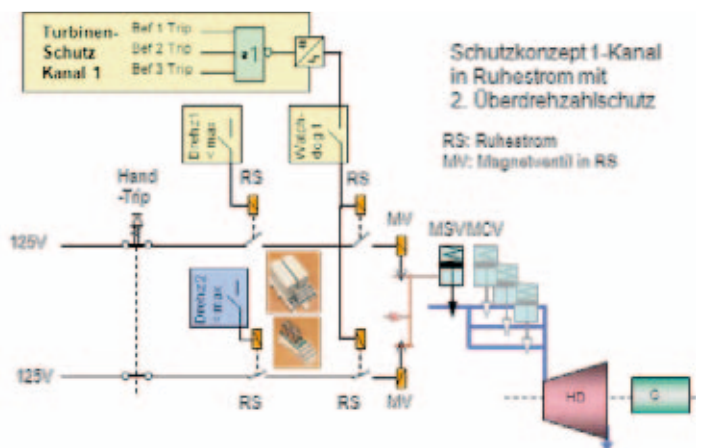
Wellen- und Vibrationsüberwachung

Eine bestehende Turbinenüberwachung kann beibehalten werden, wenn sie in einem guten Zustand ist. Deren Signale werden in den AC500-Rechner eingeführt und die Messwerte an der Schrankfront angezeigt. Bei Bedarf kann die Turbinenüberwachung durch eine neue von ABB ersetzt werden.

Weitere Schutzfunktionen

Je nach Bedarf können die folgenden mechanischhydraulischen Schutzfunktionen beibehalten werden:

- Hydraulischer Tripblock
- Mechanischer Überdrehzahlwächter (eher unüblich)
- Schmierölmangelwächter
- Axiallagerwächter



3 – Steuerung und Automatisierung

Automatisierung

Die Ablaufsteuerung (Automatik) dient dem vollautomatischen Anfahren und Abstellen der gesamten Maschinengruppe. Sie verarbeitet die ganzen Informationen und fährt die Turbine mit allen Hilfsbetrieben aus dem kalten Zustand automatisch hoch und wieder herunter.

Die Hilfssysteme und Nebenanlagen werden über Einzelsteuerungen oder Funktionsgruppen für Aggregate, wie Ölpumpen, Ventile, usw. betätigt.

Die Automatik ist in Stufen eingeteilt. Die tiefste Stufe ist der Stillstand; die höchste der Lastbetrieb. Für das Anfahren wählt der Maschinist "Lastbetrieb". Darauf gibt die Automatik den unterlagerten Funktionsgruppen die zeitlich richtig gestaffelten Befehle, welche diese wiederum an die Antriebe weitergeben. Wenn alle Kriterien der aktuellen Stufe erfüllt sind, springt sie zur nächsten Stufe. Der Maschinist kann die Anfahrprozedur zu jedem Zeitpunkt anhalten und von da aus wieder starten. Das Auftreten irgend einer Störung im Ablaufvorgang, wie z. B. das Überschreiten des Zeitfensters, usw. erzeugt einen Programmstop und einen Alarm.

Die Vorteile der Automatik sind:

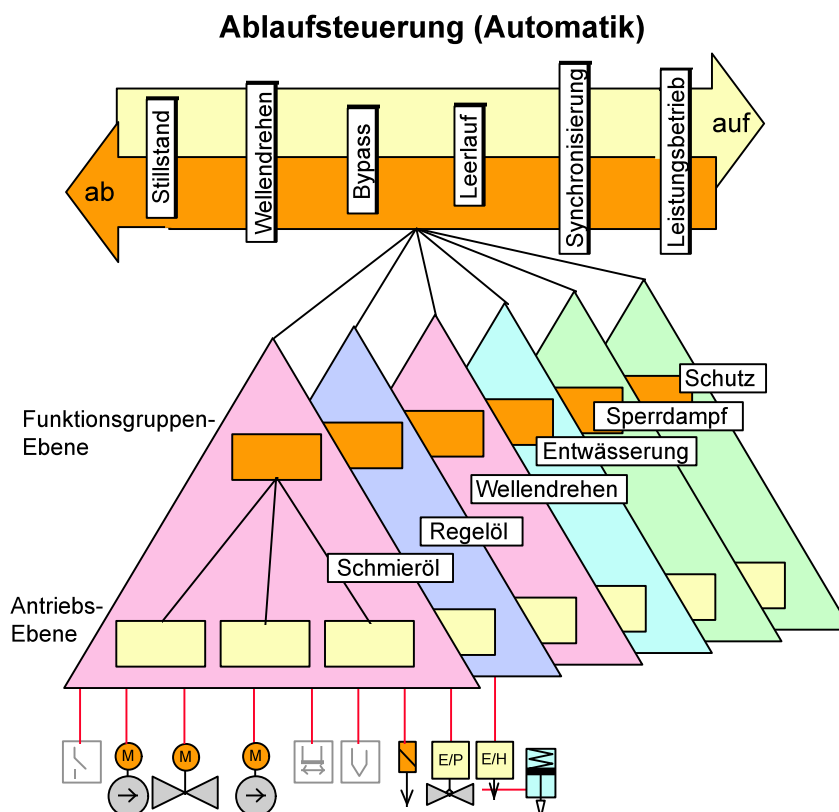
- Sicherheit im An- und Abfahrprozess
- Bedienungsfreundlichkeit
- Immer gleiches Anfahren
- Längere Lebensdauer durch schonendes Anfahren

Weitere Funktionsgruppen wie Kondensation, Bypass, usw. sind einbindbar.

Steuerung der Hilfssysteme

Die Hilfssysteme werden über den Controller der Steuerungen betätigt. Die üblichen Hilfsaggregate sind:

- ☐ Steuerung Notölpumpe
- ☐ Steuerung Hilfsölpumpe
- ☐ Steuerung Nachkühlpumpe
- ☐ Steuerung FG Wellendrehen
- ☐ Steuerung Öldunstabsaugung
- ☐ Steuerung Schallhaubenlüfter
- ☐ Sperrdampfregelung
- ☐ Steuerungen der Rückschlagklappen in der Entnahme
- ☐ Entwässerungsventile
- ☐ Lüfter (z. B. für LUKO's)
- ☐ usw.



Vibrationsüberwachung

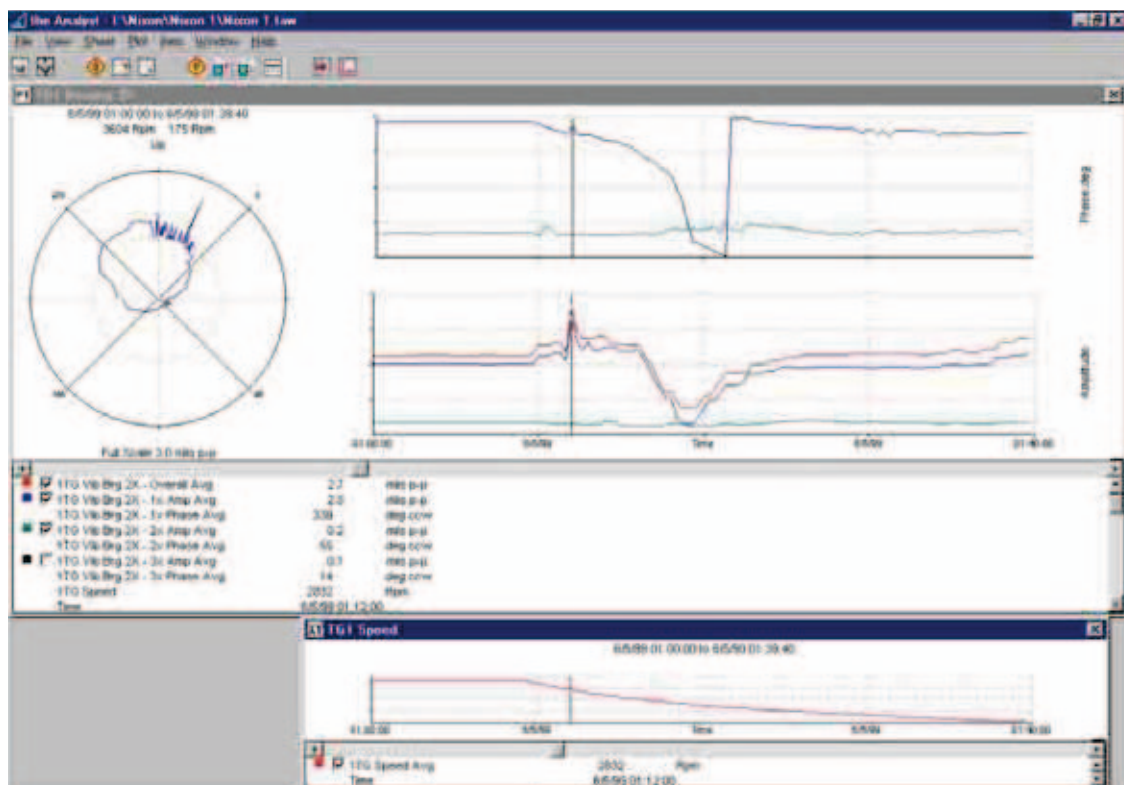
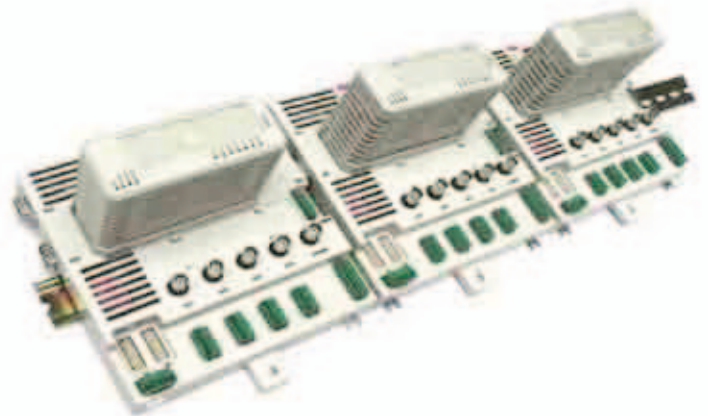
Mittels der kontinuierlichen Überwachung der Turbogruppe kann rechtzeitig erkannt werden, ob ein Schaden mit Folgen für Mensch und Anlage im Entstehen begriffen ist. Durch die Wahl des am besten passenden Überwachungssystems kann eine optimale Lösung implementiert werden.

Je nach Grösse der Turbogruppe und der möglichen Mess-Orte an Turbinenlagern, Generatorlagern, Getriebe, usw., sind unterschiedliche Mess- und Auswertemethoden möglich und sinnvoll. Die Messmethoden sind:

- Lagerbockschwingung (einfach oder zweifach X–Y)
- Wellenschwingung (einfach oder zweifach X–Y)
- Excentrizitäts-Überwachung
- Wellenlageüberwachung

Die Auswertung kann „nur“ auf Alarm –und Schutzauslösung gehen oder eine komplette Analyse Funktion beinhalten.

Je nach Anforderung schlägt ABB die passendste Lösung aus dem ABB-Sortiment oder von einem anerkannten Hersteller vor. Die Mess-Sonden können jederzeit zu einem späteren Zeitpunkt (bei Defekt) ersetzt werden.



4 – Hydraulik, Antriebs- und Messtechnik

Industrie-Dampfturbinen sind häufig mit hydraulischen Regelsystemen ausgerüstet. Diese haben jahrelang gute Dienste geleistet, aber die Pflege wird in der Regel immer schwieriger. Die Lösung dafür ist, die Reduzierung der hydraulischen Aggregate auf die Messinstrumente und die Aktorik wie Servo- und Magnetventile. Der grösste Teil der hydraulischen Regelapparate wie Drehzahlregler, Drehzahlwächter, Anfahrvorrichtung, Drehzahlverstellung, Tachometer, Gegendruckwächter / -Regler, Stellmotoren, Rohrleitungen usw können entfernt werden.

An deren Stelle wird direkt am Servomotor ein Servoventil oder Elektrohydraulischer Wandler (EHW) eingebaut. Die Rückführung ist der Ventilhub selbst. Es wird je ein EHW pro HD-Ventil und / oder ND-Ventil eingebaut. Die hydraulische Einrichtung wird dadurch wesentlich einfacher und pflegeleichter.

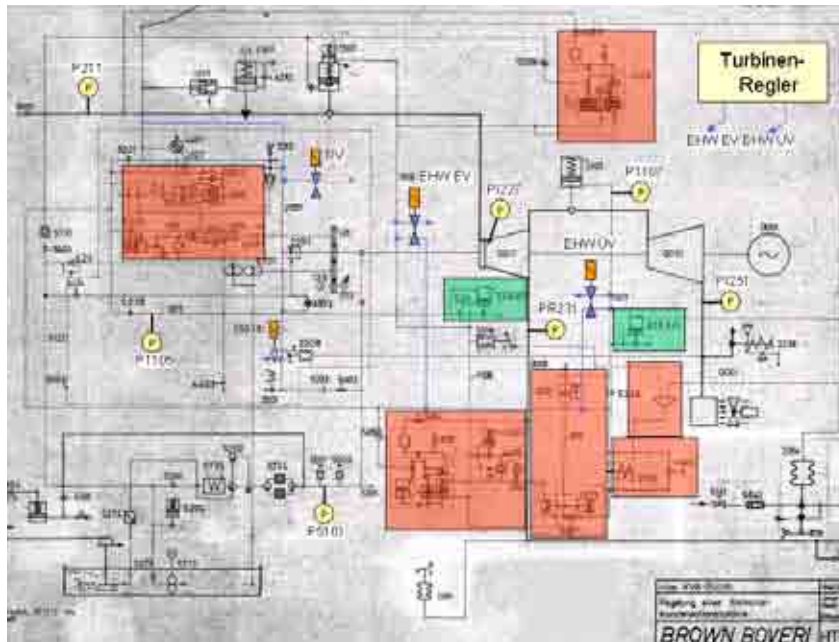


ABB bietet dafür die Planung und Ausführung sowie die entsprechenden Komponenten. Dazu gehört die Auslegung für das komplette System inklusive Hydraulik- und Instrumentierschema (P+ID) sowie des hydraulischen Schutzkonzeptes.

Hydraulik

Elektrohydraulische Wandler Tripventile, Abflussverstärker Servomotoren, Hydraulikzylinder Hydraulikstationen komplette Verrohrung



Instrumentierung

Drucktransmitter Temperaturfühler Durchflussmessung Vibrationsmessung Drehzahlmessung Stellungs- und Winkelgeber Flammenwächter Strom- und Spannungswandler



Elektrische Antriebe

Frequenzumrichter, Motoren Motorschutzrelais, Softstarter



5 – Spannungs- und Cos Phi Regelung

Für Erregungssysteme bis 40A werden die kompakten und leistungsfähigen Spannungsregler der Unitrol®1010 / 1020 Familie eingesetzt, welche hinsichtlich Funktionalität, Zuverlässigkeit und Konnektivität weltweit neue Maßstäbe setzen. Der Anwendungsbereich sind Synchrongeneratoren und – Motoren mit einer Nennleistung bis ca. 50 MW. Der hochintelligente, robuste AVR garantiert eine stabile und genaue Regelung auch bei rauen Betriebsbedingungen bzw. starken Spannungsstörungen. Die Grundfunktionen sind:

Regler

- stossfreier Übergang zwischen:
- Automatischer Spannungsregelung (AVR)
- Feldstromregelung (FCR)
- Leistungsregelung (PF)
- Blindleistungsregler (VAR)

Begrenzer

- für einen sicheren, stabilen Betriebsbereich
- Erregerstrombegrenzer (min / max)
- PQ Minimum-Begrenzer
- Maschinenstrom- und Spannungsbegrenzer
- V/Hz-Begrenzer

Softwareoptionen

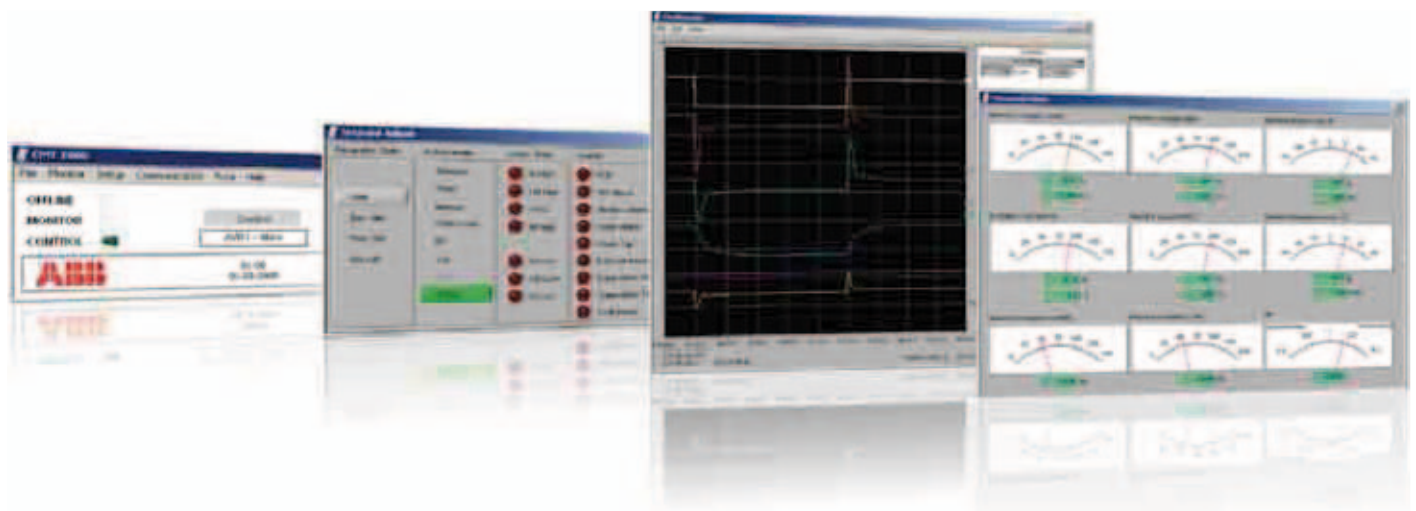
- Spannungsanpassung-Überwachung rotierender Dioden
- Blindlastteilung für mehrere Maschinen im Inselbetrieb
- Zweikanalbetrieb (Redundanz)
- Schlupfstabilisierung
- Ereignis- und Datenprotokoll
- Modbus TCP
- Frei konfigurierbare Ein- und Ausgänge
- Echtzeituhr für akkurate Ereignisse und Datenprotokolle mit Zeitstempel

CMT1000 ist das Inbetriebsetzungs- und Wartungsprogramm für die UNITROL 1000-Produktfamilie. Das Programm wird zum Einstellen aller Parameter und des PID verwendet, um einen stabilen Betrieb zu gewährleisten. CMT1000 ermöglicht eine komplexe Systemüberwachung, die dem Bediener hilft, Probleme während der Inbetriebsetzung vor Ort zu erkennen und zu lokalisieren.



Für Erregerströme > 40A bis über 10kA stehen die ABB Erregungssysteme Unitrol®6080 / 6800 Familie zur Verfügung. Dies sind jedoch eigenständige Systeme, welche in separate Schränke eingebaut werden und nicht Teil der kompakten S-TurboCONTROL Lösung sind.

Detaillierte Unitrol® Produktinformationen finden sie unter:
www.abb.ch/unitrol



6 – Generator- und Transformatorschutz

Die REG600®-Familie von ABB bietet ein leistungsstarkes intelligentes Elektroschutzgerät, mit geräteunabhängigem Modulkonzept für alle Anwendungen im Bereich Energietechnikssysteme.

Die Geräte der Relion®600-Familie besitzen alle Funktionen zum sicheren Betrieb der Maschinengruppe und sind höchst zuverlässig. Die äusserst schnellen Schutzfunktionen (15ms) gewährleisten einen maximalen Generator- und Transformatorschutz. Die Geräte werden je nach Anforderung skaliert und ermöglichen eine optimale Anpassung an ihre Anwendung ob kleine Maschinengruppen mit minimalen Schutzanforderungen bis zu Grosskraftwerken. Die unzähligen zur Verfügung stehenden Schutzfunktionen lassen sich beliebig konfigurieren und ins Schutzkonzept einfügen.

Für kleine bis mittel grosse Maschinengruppen setzt ABB normalerweise das REG650_B01 oder B05 (Block-

schutz) ein, während für grosse Maschinengruppen das REG670A20/B30 eingesetzt wird. Ob Funktionen für den Transformatoren-/Leitungsschutz oder Back-up Schutzfunktionen, etc. der Vielfalt dieser Geräte sind praktisch keine Grenzen gesetzt. Bedien- und Parametriertool ist das PCM600.



Die wichtigsten Schutzfunktionen

- Differentialschutz
- Distanzschutz
- Erdfehler-Differentialschutz
- Stator- und Rotor-Erdschluss-Schutz
- Polschlupfschutz
- Erregerausfall- / Untererregungsschutz
- Überstromschutz
- Gerichteter Über- / Unterleistungsschutz
- Über- / Unterspannungsschutz
- Über- und Unterfrequenzschutz
- Stromwandlerkreisüberwachung
- Synchrocheck

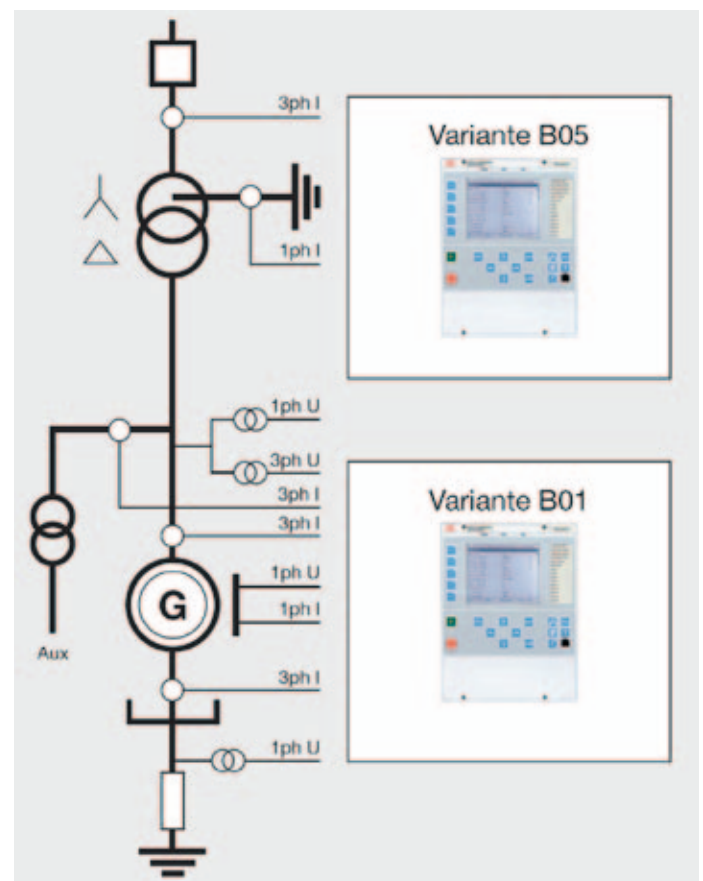
Logik und Steuerung

- Steuerung für bis zu 30 Schaltgeräte
- Auslöselogik und Auslösematrix Konfigurierbare Logik-Funktionsblöcke

Überwachung

- Störschreiber und Störungsbericht
- Ereignisliste für 1000 Ereignisse
- Auslösewert- und Ereignisspeicher / Zähler
- Überwachung der Analog-Eingänge
- Anzeige von bis zu 135 Binärsignalen
- Isoliergas- und Flüssigkeit-Monitoring-Funktion
- Leistungsschalterzustands-Überwachung
- Stationsbatterie-Überwachung

Schutzkonzept mit REG650 für mittlere Generator-Transformatoreinheiten mit Anbindung an ein starr geerdetes Hochspannungsnetz



Detaillierte Produktinformationen finden sie unter:
www.abb.ch/relion

7 – Synchronisierung

Für eine sichere und schnelle Netzanbindung in Kraftwerken, bietet ABB mehrere Möglichkeiten zum vollautomatischen Synchronisieren von Generatoren mit dem Netz oder zum Parallelschalten von synchronen Leitungen. Je nach Anforderungen wird die entsprechende Variante in unsere Gesamtlösung miteingebunden, so wird bei Bedarf auch die Option zum manuellen Synchronisieren implementiert.

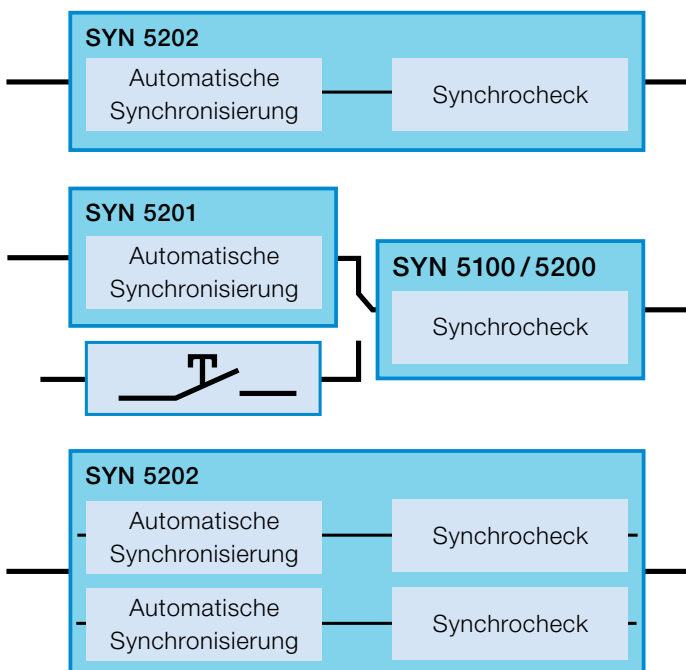
Einfache Synchronisierung mit Unitrol®1010/20

Für kleine Maschinen mit keinen speziellen Anforderungen bietet ABB die Möglichkeit die Synchronisierung im Spannungsregler Unitrol®1010/20 zu realisieren. Dies ist die einfachste und kostengünstigste Lösung zum Synchronisieren eines Generators mit dem Netz. Bei Bedarf kann die Synchrocheck-Funktion in einem Externen Gerät wie z. B. dem SYN5100 oder dem Schutzrelais realisiert werden.

Synchronisieren mit Synchrotact®5

Der Synchrotact®5 ist die gängige Lösung zur Synchronisierung mittlerer und grosser Maschinen in einer separaten Einheit. Die von ABB Schweiz AG hergestellten und weltweit bewährten Synchronisiergeräte der Reihe Synchrotact®5, ermöglichen das vollautomatische Synchronisieren von bis zu 7 Stellen (Generatoren mit dem Netz und zum Parallelschalten von synchronen Leitungen) in einem Gerät, welches für den vollautomatischen Betrieb in Doppelkanal- oder Einkanalconfiguration ausgelegt ist.

Typische Konfigurationen sind



Beim Doppelkanalsystem wird mittels zwei in Serie geschalteten unabhängigen Kanälen (SW + HW) synchronisiert. Der erste Kanal übernimmt die automatische Synchronisierungsfunktion, der zweite die Überwachung (Synchrocheck) des ersten Kanals. Dies verhindert negative Folgen von systematischen Fehlern.

Die Geräte sind mit Modbus und Profibus Schnittstellen ausgestattet. Die Benutzerfreundliche SynView Software dient zur einfachen, schnellen Inbetriebsetzung und Parametrierung von SYNCHROTACT 5-Systemen oder zum Anzeigen von Istwerten wie z. B. Synchronoskop, Anzeige von Spannung und Frequenz (auch während des Betriebs zur Verfolgung des Synchronisierungsprozesses). Die Transientenrecorder-Funktion zeigt die aufgezeichneten Daten. Damit entfällt der Einsatz eines separaten Recorders für die Inbetriebsetzung. Der Ereignis- und Fehlerspeicher registriert die letzten 256 Ereignisse in Klartext mit Zeitstempel.

Detaillierte Produktinformationen finden sie unter:

www.abb.ch/synchrotact

Doppelkanalsystem:
Automatisches
Synchronisiergerät
und Synchrocheck
in Serie.

Doppelkanalsystem
mit parallelem
Handparallelschalter
und gemeinsamem
Synchrocheck.

**Zwei automatische
Doppelkanalsysteme für
höchste Sicherheit und
maximale Verfügbarkeit.**



Synchronisieren mit AS800

Das AS800 Synchronisiermodul von ABB arbeitet normalerweise zusammen mit einem übergeordneten Prozessrechner (AC500/800) über eine Profibus Schnittstelle. Dabei übernimmt es vom Prozessrechner die individuellen Parametersätze zum Synchronisieren von beliebig vielen Schaltstellen. Das Modul kann jedoch auch festverdrahtet im «stand alone» Modus eingesetzt werden.

Funktionen

- Automatische Spannungsangleichung
- Automatische Frequenzangleichung
- Automatische Phasenangleichung
- Synchrocheck als zweiter Kanal
- Deadbus Erkennung
- OPC-Schnittstelle (nicht proprietär)
- Master und Line Redundanz



8 – Lokale Bedienung und Überwachung

Prozesspaneel am Schrank

Die Bedienung und Überwachung erfolgt über ein leistungsfähiges 15-Zoll Touchpanel, welches in der Regel an der Schranktür angebracht ist. Dies bietet unter anderem den Vorteil, dass die Maschine auch beim Ausfall des übergeordneten Kraftwerkleitsystems weiter betrieben und überwacht werden kann. Bei Bedarf kann dies jedoch auch an einem anderen Ort installiert werden. Es sind auch mehrere Bedien-Panels mit unterschiedlichen Einbauorten möglich.

Bedienmodus sind

- Fern-Automat
- Örtlich-Automat (Prozesspaneel am Schranke)
Im Automatikbetrieb gibt die Maschinensteuerung die Befehle an den Regler
- Örtlich-Hand (Prozesspaneel am Schranke)

Bedienbilder

- Maschinenübersicht (Mechanische Werte und Stellgrößen, Regler- und Anlagezustände)
- Ein Pol-Schema (Elektrische Werte und Stellgrößen, Regler- und Anlagezustände)
- Steuerung und Ablauf
- Trenddiagramme
- Ereignis- und Alarmlisten

Bei Bedarf werden die Bilder Kunden- und Anlagespezifisch angepasst/ erstellt. Hochfahren, Überdrehzahltest, Drehzahlverstellen (fürs Synchronisieren), Belasten und Verstellen der Sollwerte, etc. können ebenfalls über das lokale Bedienpaneel vorgenommen werden.

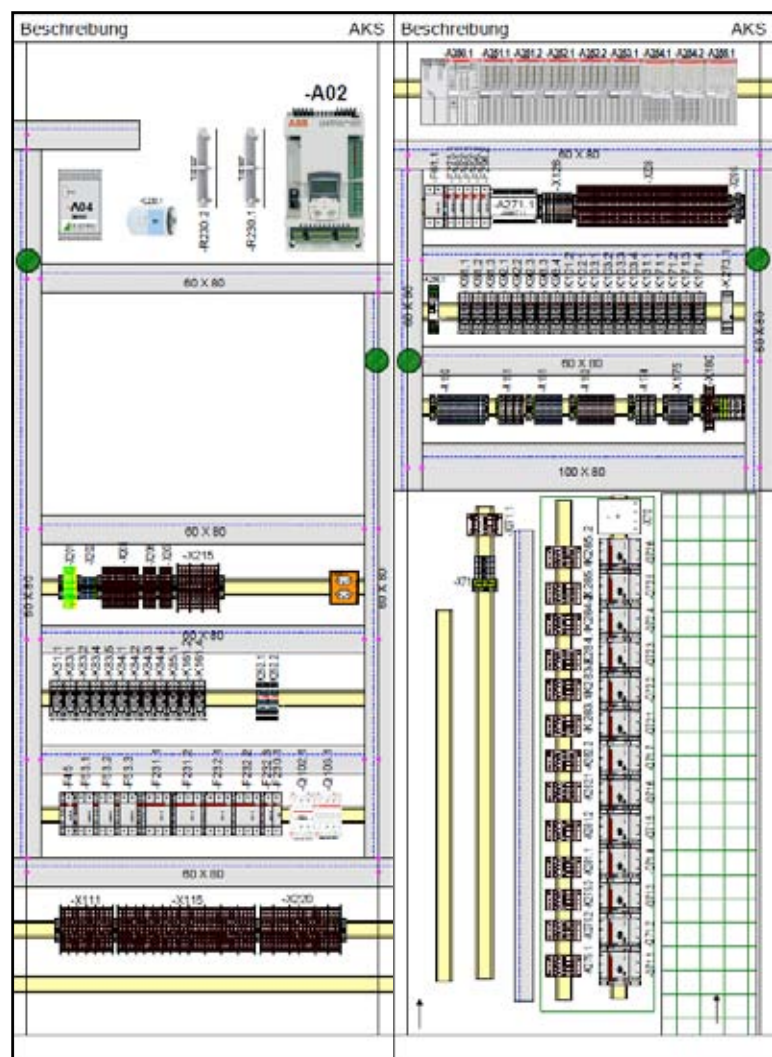
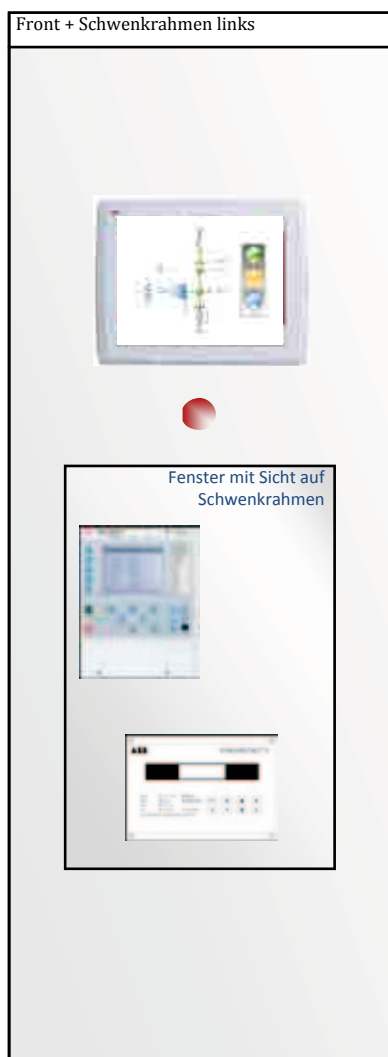
Anbindung an externe Leitstellen

Die vielfältigen Schnittstellen ermöglichen eine nahtlose Anbindung an alle übergeordneten Kraftwerkleitsysteme oder externe Leitstellen.



9 – Schrankaufbau

Die Schaltschränke werden gemäss Anforderung ausgelegt und bestückt (1 bis 3 Felder). Nach Möglichkeit wird der S-TurboCONTROL in Schränken vormontiert und geprüft auf die Anlage geliefert. Bei Bedarf werden die Komponenten auch in bestehende Schränke vor Ort eingebaut. Folgend ein typischer Schrankaufbau bestehend aus einem Doppelschrank (2200 x 1600 x 800mm) wobei die linke Seite mit einem Schwenkrahmen versehen ist, auf dem das Synchronisiergerät und der Generator/Transformatorschutzrelais angebracht sind. Auf der Linken Frontseite befindet sich das Bedienpanel und der Notaus-Schalter. Im linken Schrank ist die Erregung, Messumformer, Auswertegeräte und die Sicherungsautomaten. Rechterhand ist die Maschinensteuerung, der Turbinenregler und die ganzen Relais zum Ansteuern der Hilfsbetriebe eingebaut.



10 – Schlüsselkompetenzen

Entwicklung und Engineering

- Forschung und Entwicklung: von der Konzept – bis zur Produkteinführungsphase – zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von Anlagen
- Anlagenspezifische Grundlagenplanung und
- Erstellung der technischen Dokumentation
- Umfassende Servicedokumentation, einschliesslich
- der Dokumentation für Engineering, Qualitätssicherung, Betrieb und Wartung

Herstellung und Einkauf

- Herstellung oder Beschaffung von Bauteilen
- Betreuung der Montage- und Konstruktionsarbeiten
- Vormontierte Containerlösungen
- Abnahmetest gemäss internationalen Standards



11 – Dienstleistungen

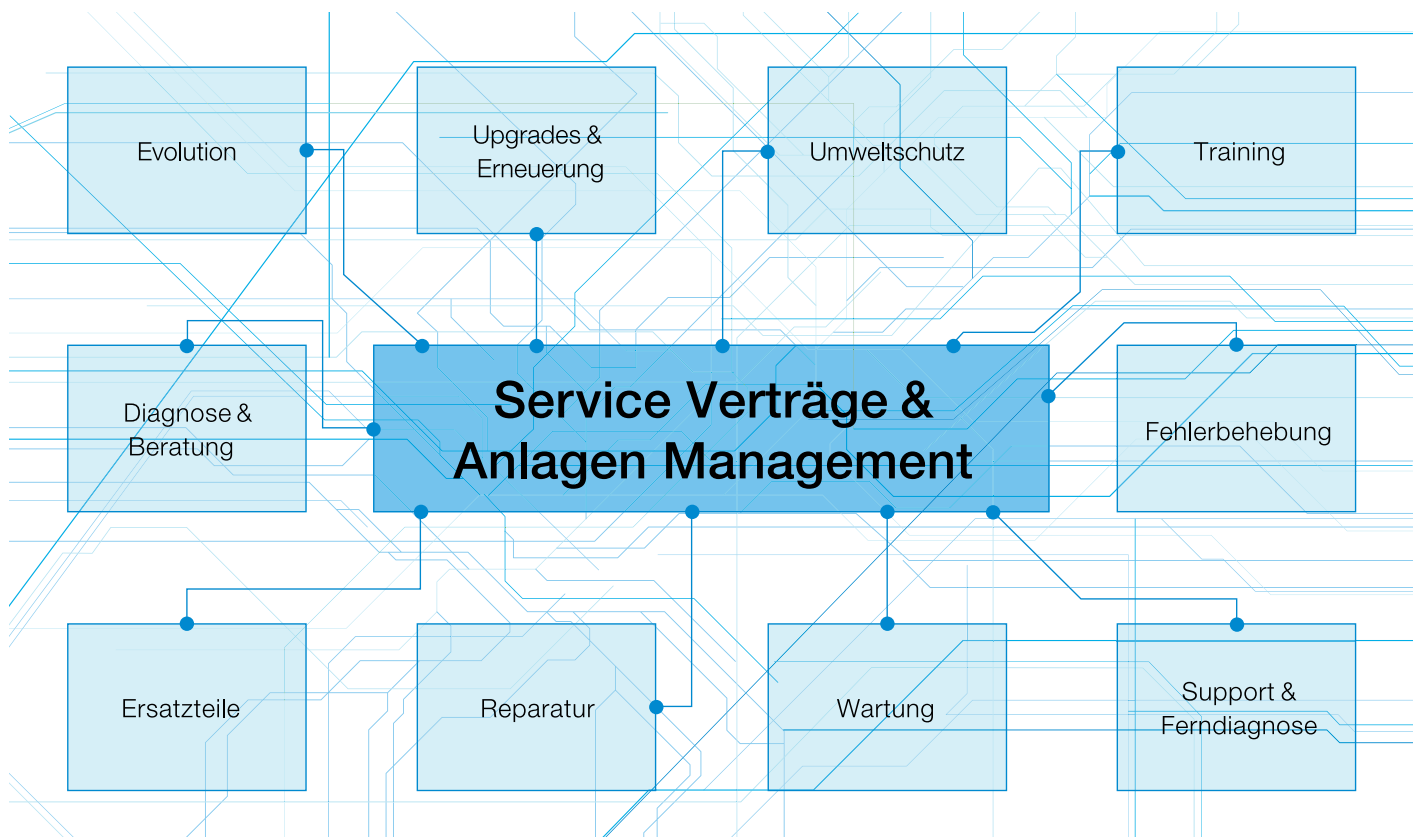
Umsetzung, Montage und Inbetriebnahme

- Neue Komponenten werden in den vorhandenen Schaltschrank oder in einen neuen Schaltschrank eingebaut
- Feldverdrahtung
- Die Funktionalität der neuen Komponenten wird im Werk überprüft
- Anpassung der Betriebsdokumentation

Support und Fehlerbehebung

- Generator- /transformatorschutz
- Erregungssystem
- Synchronisierung /Anlagenvermessung
- Training und betriebliche Unterstützung für die neuen Systeme
- Beschaffung oder Austausch von Ersatzteilen
- Betreuung während des Ausschreibungs- und Bewertungsverfahrens
- Projektausführung und -management
- Support beim technischen Design
- Unterstützung vor Ort bei Installation und Inbetriebnahme
- ABB-Hotline steht rund um die Uhr zur Verfügung
- Hoch qualifizierte Ingenieure erbringen vor Ort
- Level-one-Unterstützung
- Schulungs- und Lernprogramme für Führungskräfte, Planungsmitarbeiter, Vertriebspersonal, Systemtechniker, Inbetriebnahme Personal, Anlagenführer, Servicemitarbeiter etc.

Als Spezialist für sämtliche Produkte und Systeme garantiert ABB die langfristige Funktionalität und den sicheren Betrieb des Systems, steht ihnen mit Dienstleistungen, Ersatzteilen und Produktaktualisierungen zur Seite und hilft ihnen bei der Fehlerbehebung.



Kontakt

ABB Schweiz AG

Power Systems

Bruggerstrasse 72

CH-5400 Baden

Telefon: +41 (0)58 585 88 80

Telefax: +41 (0)58 585 04 12

E-Mail: plantcontrol.support@ch.abb.com

www.abb.com/powergeneration

