

Erneuerung der Antriebstechnik des ozeanographischen Forschungsschiffes Sagar Kanya



Erstausrüstung 1983 durch die Schlichting Werft und AEG

Autoren:

Dipl. Ing. Elektro- Technik Torsten Albrecht
Staatl. geprüft. Techniker Systemtechnik Ralph Priedigkeit
Dipl. Ing. Schiffstechnik Sieglinde Mühle
Dipl. Ing. Elektro- Technik P.V. Arvind

Vorgeschichte

Am 25. März 1983 übergab die Schlichting - Werft in Lübeck das ozeanographische Forschungsschiff „Sagar Kanya“ („Tochter des Meeres“), an das Department of Ocean

Development der Republik Indien. Das Schiff, das seiner Zeit wohl zu den aufwendigsten und am umfangreichsten ausgerüsteten Forschungsschiffen gerechnet werden darf, ist für geologische, geophysische, meteorologische, physikalische, chemische und biologische Forschungen gebaut worden.

Die Länge des Schiffes (Länge über Alles) beträgt 100,34m. Es wurde gebaut nach den Vorschriften des Lloyd's Register of Shipping für das Klassenzeichen +100 A 1 „Research Vessel“+ LMC und auch nach den Vorschriften des *Indian Register of Shipping* für das Klassenzeichen + SUL „Research Vessel“ + IY + + H.

Die besonderen Anforderungen an die Manövrierfähigkeit, insbesondere bei ganz langsamer Fahrt, aber auch bei ruhendem Schiff, wurden durch den Einbau einer Doppelrudieranlage mit Vollscheibe-Flossenrudern in Verbindung mit einer elektrisch betriebenen 590-kW-Bugstrahlrudieranlage gewährleistet. Der Antrieb der Rudieranlage erfolgt durch eine elektrisch-hydraulische Zwei-Zylinder-Differentialkolben-Rudermaschine mit einem Schaft-moment von 9,0 mt. Im Bereich des vorderen Maschinenraumes ist eine Schlingerdämpfungsanlage (*Denny Brown*, AEG) eingebaut, die bei Marschfahrt eine Rollreduzierung von 92 % gewährt.

Als Antriebskonzept wurde eine dieselelektrische Fahranlage gewählt, die den folgenden speziellen Anforderungen eines Forschungsschiffes gerecht wird:

- Anpassung der erforderlichen Antriebsenergie an die wechselnden Fahrprofile durch wahlweise Zu- und Abschalten der Dieselaggregate (Anfahrt und Abfahrt zu Einsatzstationen, Schleichfahrt bei Forschungsaufgaben, Positionierung, Schleppfahrt etc.)
- Hohe Verfügbarkeit durch zentrale Speisung aus dem „Drehstrom-Kraftwerk“
- Große Geräuscharmheit und geringe Vibration durch niedrige Propellerdrehzahlen bei Schleichfahrt und Stationsarbeiten und somit optimale Bedingungen bei hydroakustischen Arbeiten
- Schnelle Stoppmöglichkeit der Propeller, wichtig beim Arbeiten mit Forschungsgeräten über das Heck

- Vermeidung von Überlastung der Dieselaggregate durch Auslegung des Fahr- und Manövrierbetriebes als „benachteiligter Verbraucher“, d. h. automatische Leistungsreduzierung um die von anderen zugeschalteten Bordnetzverbrauchern benötigte Energie. Somit werden natürlich auch mögliche Blackouts vermieden. Die Fahranlage reagiert nahezu unverzüglich und vorsorglich auf plötzliche Versorgungsausfälle. Das heißt bei Ausfall eines Generators (z.B. durch Schalterfall) wird die Fahranlagenleistung sofort um die fehlende Generatorleistung reduziert. Aber auch der umgekehrte Fall ist erwähnenswert: Wird von der Fahranlage die volle Leistung gefordert, startet und synchronisiert automatisch ab einer Unterschreitung der Leistungsreserve ein neuer Generator zu. Die dann neu zu Verfügung stehende Leistung wird von der Fahranlage erkannt und bis zum erneuten Erreichen der Leistungsgrenze genutzt.
- Günstiges Drehmoment-, Drehzahl-Verhalten, vorteilhaft beim Schleppen und bei kurzen Umsteuermanövern

Die elektrische Fahranlage ist im folgenden E-Teil näher beschrieben.

Wellenanlage und Propeller

Die Fahrmotoren der AEG arbeiten direkt über ein freistehendes Drucklager auf eine Doppel-Festpropeller-Anlage mit je einem vierflügeligen Propeller von 2750 mm Durchmesser. Jede Wellenleitung ist mit einer pneumatischen Wellenbremse, einer elektrischen Törnvorrichtung und einem Schleifring zur Wellenerdung versehen.

Diesel- Generator- Aggregate

Die für den Schiffsbetrieb und die Fahranlage notwendige elektrische Energie wird von fünf baugleichen Diesel-Generator-Aggregaten erzeugt. Als Antrieb dienen Sechszylinder- MaK-Motoren mit einer Leistung von 965 kW bei 750 1/min. Dieselmotor und AEG-Generator sind starr gekuppelt auf einem gemeinsamen Grundrahmen montiert, der elastisch gelagert ist. Die Aufstellung der Aggregate erfolgte in einer schallisolierten Abteilung des Maschinenraumes.

Erneuerung

E-Anlage

Die ursprüngliche elektrische Ausrüstung für das Bordnetz und die Fahrantriebe wurden von der AEG, Fachbereich Schiffbau, geliefert und installiert. Das Prinzipschaltbild zeigt den grundsätzlichen Aufbau der Bordnetz und Fahranlage.

Für die Energieerzeugungsanlage Bordnetz wurde eine Spannung von 660 Volt als Dreileitersystem ungeerdet gewählt. Die Versorgung erfolgte durch max. vier bürstenlose Drehstrom-Generatoren, je 1210kVA, 750 1/min, mit aufgebauten Doppelrohrkühlern. Ein weiteres Diesel-Generatoraggregat stand als Reserve einsatzbereit in Stand-by-Position.

Von der 660-V-Bordnetzschiene werden nachstehend aufgeführte Anlagen direkt versorgt:

Vier Fahrmotoren	je	615 kW
Bugstrahlruderanlage		590 kW

Die Bugstrahlruderanlage wurde seit 2005 erneuert, mit zusätzlich einem neuen Jetantrieb, achtern.

Schlingerdämpfungsanlage	38 kW
Drei Klimakühlanlagen	180 kW (max. 2 in Betrieb)
Tiefseewindenanlage	336 kW
Hydraulik für Krane	
Forschungswinden, Heckgalgen	327 kW
Seitengalgen und Schiebebalken	
Hydr. Zentralkran	150 kW

Weiterhin alle für die Hauptdiesel- und Fahranlage wichtigen Hilfsmaschinen. Das allgemeine Bordnetz gilt gegenüber der Fahr- und Bugstrahlruderanlage als bevorzogter Verbraucher. Die Leistungsabgrenzung dieser Anlage erfolgt selbsttätig.

2005 wurden diese Aggregate durch 5 neue Wärtsilä-Aggregate höherer Leistung getauscht. Die neuen Aggregate wurden benötigt, da zusätzlich zum Bugstrahlruder ein einfahrbarer Jetantrieb im Heck installiert wurde. Grund hierfür war die Absicht, das Forschungsschiff für dynamische Positionierung tauglich zu machen. Die Überwachung wurde mit dem digitalen, prozessorgesteuerten Betriebsüberwachungssystem GEAMAR M10 durchgeführt. Die Überwachungsanlage wurde im Zuge des Umbaus modernisiert.

Regelschema eines Propellerantriebes

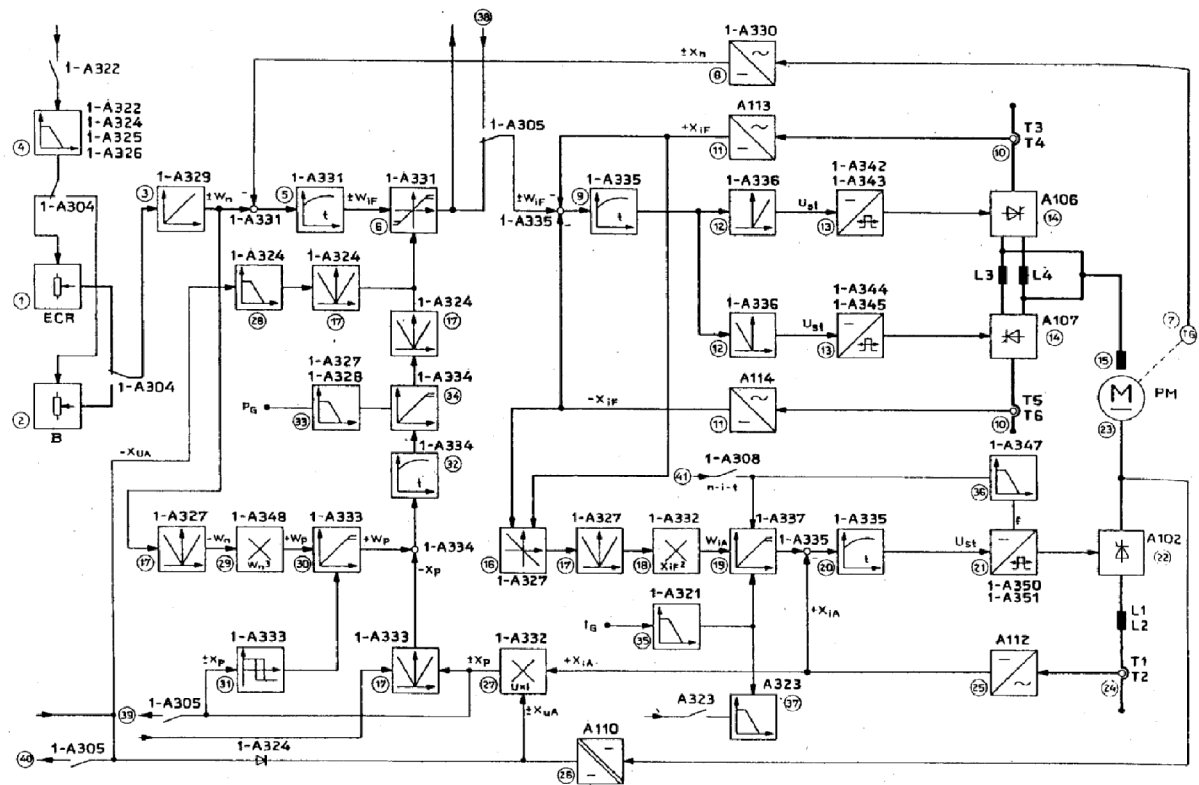


Bild1

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 01. Drehzahl Sollwertvorgabe Fahrhebel ECR 02. Drehzahl Sollwertvorgabe Fahrhebel Brücke 03. Steilheitsbegrenzer 04. Begrenzung des Drehzahl Sollwertes in Abhängigkeit der eingeschalteten Generatoren 05. Drehzahlregler 06. Begrenzungseinrichtung des Drehzahlreglers 07. Drehstrom-Tachogenerator 08. Drehzahl-Istwertbildung 09. Erregerstromregler 10. Stromwandler im Erreger-Stromrichter 11. Erregerstrom- Istwertbildung 12. Signalumkehr VORAUS ZURÜCK 13. Impulssteuersatz für Erreger- Stromrichter 14. Erreger Stromrichter 15. Erregerwicklung des Antriebsmotors 16. Anker- Sollwertbildung 17. Signal Gleichrichtung 18. Multiplizierer $I_A = C \cdot I_e^2$ 19. Begrenzungseinrichtung des Ankerstromreglers 20. Ankerstromregler 21. Impulssteuersatz für Anker- Stromrichter | <ol style="list-style-type: none"> 22. Anker- Stromrichter 23. Ankerwicklung des Antriebsmotors 24. Stromwandler im Anker-Stromrichter 25. Ankerstrom-Istwertbildung 26. Ankerspannungs-Istwertbildung 27. Leistungs-Istwertbildung 28. Ankerspannungsregler für Begrenzer der Ankerspannung 29. Multiplizierer für Leistungssollwert $WP = WN3$ 30. Begrenzungseinrichtung für den Leistungssollwert 31. Rückleistungsbegrenzung 32. Leistungsregler 33. Generatorwirkleistungs-Regler für Leistungsbegrenzung 34. Begrenzungseinrichtung des Leistungsreglers 35. Generator-Blindstromregler für Ankerstrombegrenzung 36. Netzfrequenz-Erfassung für Ankerstrombegrenzung 37. Begrenzung des Ankerstromes in Abhängigkeit der eingeschalteten Generatoren 38. Umschaltung Feldstromsollwert 39. Umschaltung Leistungs-Istwert auf führende Stromrichtereinheit 40. Umschaltung Ankerspannung – Istwert auf führende Stromrichtereinheit 41. Ankerstromsollwertbegrenzung bei blockierter Propellerwelle |
|---|--|

Stromrichteranlage

Für die Einspeisung jedes Doppelfahrmotors sind zwei komplette Stromrichtereinheiten vorhanden, welche die Stromrichtergeräte für die Ankerspannung- und Feldversorgung, die Regelelektronik, die Kommutierungs- und Kreisstromdrosseln beinhalten. Jedem Teilmotor ist für die Ankerversorgung ein Stromrichter in sechspulsiger Drehstrombrückenschaltung mit Stromregelungsteil und Impulsgerät fest zugeordnet. Das Erregerfeld jedes Motors wird über antiparallel geschaltete Stromrichter, ebenfalls in Drehstrombrückenschaltung, aus der zugeordneten Stromrichtereinheit versorgt. Der Doppelfahrmotor arbeitet im vorwählbaren Master/ Slave Betrieb, wobei der Sollwert des Masters an den Slave übergeben wird.

Vorteil: Jeder Fahrmotor kann als Master genutzt werden und bei Ausfall eines Motors kann der zweite Antrieb einer Welle auch autark betrieben werden. Somit wird die Redundanz der gesamten Fähranlage erhöht. Einzelheiten der Antriebsstromrichter finden Sie im Bild 1.



AEG Berlin Fabrik für Stromrichter und Antriebssysteme



**AEG Industrie am Hohenzollerndamm ist das
Kommunikationszentrum
für alle früheren und heutigen AEG Fabriken in der ganzen Welt**

AEG
Industrial Engineering GmbH

International Berlin Office
Hohenzollerndamm 152
14199 Berlin, Germany

Tel.: +49(30)82099490
Fax: +49(30)82099499
E-Mail: aeg@aeg-ibo.com
Web: www.aeg-ibo.com



We take care of your Power Quality