Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 80 (1989)

Heft: 1

Artikel: Rechnergesteuerte Parameterbestimmung und Prüfung elektrischer Servomotoren

Autor: Amrhein, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903623

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Rechnergesteuerte Parameterbestimmung und Prüfung elektrischer Servomotoren

W. Amrhein

Mit Hilfe moderner Prüfmethoden und hochintegrierter Elektronik können heute komplette Antriebssysteme schnell und zuverlässig überprüft werden. Der Aufsatz beschreibt den Aufbau und die Funktionsweise eines neu entwickelten Universalprüfstandes für Elektromotoren.

Il est actuellement possible, à l'aide de méthodes d'essai modernes et d'électronique intégrée, de tester de manière rapide et fiable des systèmes d'entraînements complets. L'article décrit la structure et le principe de fonctionnement d'un banc d'essai universel nouvellement développé pour moteurs électriques.

Adresse des Autors
Dr. Dipl.-Ing. *Wolfgang Amrhein*, Elektrotechnische Entwicklungen und Konstruktionen, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.

Die optimale Auslegung von elektrischen Antrieben erfordert eine genaue Kenntnis der maschinentechnischen Parameter sowie der Kennwerte von Motoren und Leistungsverstärkern. Die technischen Informationen der Motordatenblätter sind jedoch häufig unzureichend oder in Form grober Grenzspezifikationen aufgelistet, so dass eine umfassende Messung der Motorkennwerte wünschenswert ist. Diese wird zweckmässig auf einem rechnergesteuerten Prüfstand vorgenommen, wodurch die im allgemeinen sehr aufwendigen Messungen erheblich vereinfacht werden. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Entwicklung von geeigneten Prüfverfahren, insbesondere mit einem rechnergesteuerten Universalprüfstand. Dieser erlaubt, mit Hilfe umfangreicher Benutzerprogramme

- verschiedenartige Motoren zu betreiben,
- eine Vielzahl von Motorenparametern zu bestimmen,
- elektrische und mechanische Betriebsdiagramme aufzunehmen und darzustellen,
- die Analyse der Messdaten vorzunehmen und
- die Charakteristika der erforderlichen Leistungssteller zu bestimmen, zu optimieren und nachzubilden.

Die Messungen und Untersuchungen laufen vollautomatisch ab und führen nach bisherigen Erfahrungen zu zuverlässigen Ergebnissen. Das System eignet sich über das genannte Anwendungsgebiet hinaus als Werkzeug in der Motorenentwicklung und in der Qualitätssicherung.

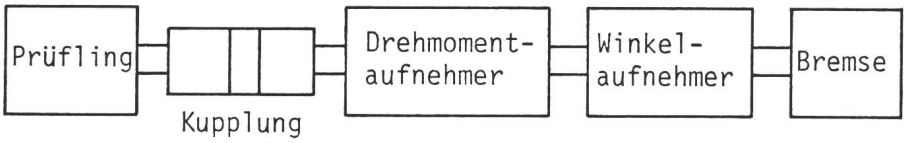
Der messtechnische Aufbau der Prüfvorrichtung

Zur Messung und Prüfung von elektrischen Antrieben wird ein System benötigt, das mechanische und elektrische Grössen den Motoren einprägen bzw. an diesen messen kann. Auf der mechanischen Seite sind dies Drehmoment und Drehwinkel, auf der elektrischen Seite Ströme und Spannungen. Zusätzlich wird die Zeit als weiterer Parameter für die Auswertung herangezogen. Um den messtechnischen Aufwand möglichst klein zu halten, werden sinnvollerweise nur diese Grundgrössen direkt über Aufnehmer ermittelt; alle daraus ableitbaren Grössen lassen sich auf einem Computersystem berechnen. Der Aufbau eines solchen Prüf- und Messstandes mit den Aufnehmern für die mechanischen Grundgrössen ist in Figur 1 dargestellt.

Die Auswahl der mechanischen Sensoren (Figur 1) wird durch die Anforderungen der jeweiligen Aufgabe bestimmt. Folgende Kriterien stehen im Vordergrund:

- Linearität und Auflösung des Messsignals,
- Massenträgheitsmoment,
- Erzeugung von Störmomenten,
- Unwucht,
- Grenzdrehzahl,
- Stör- und Betriebssicherheit
- Baureihenauswahl für verschiedene Messbereiche,
- Montageaufwand.

Von Sonderausführungen abgesehen, arbeiten die gebräuchlichsten *Winkelgeber* nach dem optischen, kapazitiven oder induktiven Prinzip [1...6]. Bezüglich der Linearität und Auflösung des Messsignals gibt es bei allen drei Vertretern gleichwertige Alternativen. Während sich die induktiven Geber in der Regel durch eine sehr gute Stör- und Betriebssicherheit auszeichnen, sind die optischen Aufnehmer frei von Stördrehmomenten, weisen ein sehr kleines Trägheitsmoment auf und werden in grosser Vielfalt auf



Figur 1 Mechanischer Aufbau des Prüfstandes für elektrische Antriebe

dem Markt angeboten. Die kapazitiven Geber besitzen in der Regel ein sehr kleines Bauvolumen und sind äusserst verlustarm. Jedoch beschränkt sich die Anzahl angebotener kapazitiver Geber bisher auf einige wenige Exemplare.

Die Auswahl des *Drehmomentaufnehmers* ist an das jeweilige Messverfahren geknüpft. Die Realisierung kann nach drei unterschiedlichen Prinzipien erfolgen:

- Messung des Drehmomentes direkt an der rotierenden Welle;
- Messung des Rückstellmomentes am Gehäuse des Prüflings;
- Messung des Drehmomentes ohne zusätzlichen Drehmomentaufnehmer über den Strom eines Bremsgenerators.

Verschiedene Verfahren eignen sich zur Messung des Drehmomentes direkt an der rotierenden Welle oder über eine zwischengeschaltete spezielle Messwelle. Hierbei kommen Dehnmessstreifen oder Anwendungen des Piezo-, Wirbelstrom- oder magnetostriktiven Effektes zum Einsatz [7; 8]. Diese Verfahren haben sich bei der Prüfung grösserer Motoren gut bewährt, fanden aber im Bereich der Kleinmotoren bislang keinen Eingang. Hier wirken sich die zusätzlichen Massen, die schwierigen Einrichtarbeiten und der sehr komplexe Aufbau solcher Drehmomenteinrichtungen sehr viel nachteiliger aus, als bei den grösseren Maschinen.

Eine einfachere Lösung bietet die zweite Alternative. Zur Ermittlung des Rückstellmomentes wird der Stator des Prüflings starr mit der Drehmomentmessvorrichtung verbunden. Für die Drehmomentaufnahme können beliebige Prinzipien zum Einsatz kommen, ohne dass die Welle durch Reibungsmomente oder durch zusätzliche Massenträgheiten belastet wird. Beim Einsatz von piezoelektrischen Messsystemen mit Auslenkungen im Bereich von wenigen Mikrometern könnte unter der Voraussetzung einer hinreichend starren Konstruktion der Einfluss des Statorträgheitsmomentes auf die Messung im interessierenden oberen Frequenzmessbereich vernachlässigbar klein gemacht werden. Doch sind mit diesen speziellen Kraftaufnehmern Beschränkungen im unteren Frequenzbereich, also bei statischen Messungen, durch die Entladezeitkonstante des Messsystems zu beachten.

Ganz ohne Drehmomentaufnehmer kommt die dritte Lösung aus. Sie eignet sich dann, wenn ein reproduzierbarer Bezug zwischen dem Drehmoment M und dem Strom I des Bremsgenerators besteht. Über die Charakteristik

$$M = f(I) \qquad (1)$$

lässt sich die mechanische Grösse M bequem durch die elektrische Grösse I erfassen.

Die Wahl der *Belastungseinrichtung* hat einen sehr grossen Einfluss auf die Qualität des Mess- und Prüfstandes und bedarf deshalb einer sorgfältigen Auslegung. Grundsätzlich wären auch passive Bremseinrichtungen möglich, in denen die mechanische Leistung in Wärme umgesetzt wird. Da aber, wie bereits beschrieben, die Erfassung der elektrischen Leistung eines Generators eine besonders vorteilhafte Methode zur Messung des Drehmomentes darstellt und auch dessen Vorzeichen bei gegebener Drehrichtung nicht einschränkt, werden im folgenden nur die *aktiven* Bremssysteme betrachtet, die einen freizügigen Betrieb in allen vier Quadranten des Drehmoment-Drehzahlbereiches erlauben. Folgende Beurteilungskriterien werden für die Wahl der aktiven Bremse herangezogen:

- kleines Massenträgheitsmoment,
- grosser Drehzahlbereich,
- kleine parasitäre Störmomente,
- lineare Strom-Drehmoment-Kennlinie,
- lineare Spannungs-Drehzahl-Kennlinie,
- einfache Ansteuerung,
- grosse Baureihenauswahl zur Anpassung an den Prüfmotor.

Bei einem Vergleich der Betriebseigenschaften von Asynchronmotoren, selbstgesteuerten Synchronmotoren und Kommutatormotoren wird deutlich, dass nur die beiden letzten Vertreter für die oben definierte Aufgabe zweckmässig sind. Die selbstgesteuerten Synchronmotoren und Kommutatormotoren sind aufgrund ihres eng verwandten Wirkungsprinzips in vielen Punkten gleichwertig. Die Gleichlaufeigenschaften hochwertiger Kommutatormotoren sind in der Regel besser als die der Synchronmotoren. Sowohl die eisenlosen Glockenankermotoren als auch permanentmagneterregte Maschinen mit geschrägten Nuten und hoher Lamellenzahl im Kommutator eignen sich gut für die vorgesehene kombinierte Mess- und Belastungsaufgabe.

Der Motorprüfstand ist so konzipiert, dass sich inkrementale optische, induktive oder kapazitive Winkelkodierer als Positions-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsaufnehmer verwenden lassen. Alternativ oder ergänzend zur Drehmomentmessung über den Generatorstrom können Momentenmessgeber an der Welle oder an der Statoraufhängung angebracht und in das Prüfkonzept integriert werden. Eine der Aufgabenstellung angepasste Wahl des Messverfahrens ist somit ohne weiteres möglich.

Die Messung mechanischer Grössen am Beispiel des Massenträgheitsmomentes

Die Messung des mechanischen Trägheitsmomentes erfolgt in einem Hochlaufversuch über die Aufnahme der Hochlaufkurve $\omega(t)$. Hierbei sind Prüfmaschine und Prüfling starr miteinander gekuppelt. Der Prüfling, dessen Trägheitsmoment ermittelt werden soll, bleibt stromlos, die Prüfstandsmaschine wird als Antrieb verwendet.

Das Trägheitsmoment J_b der Prüfstandmaschine ist bereits bekannt oder kann gegebenenfalls in einem Vorversuch bei abgekuppeltem Prüfling ermittelt werden, und zwar in genau derselben Art und Weise, wie nachfolgend dargestellt.

Eine wichtige Voraussetzung für die Auswertung des Hochlaufversuches ist die Kenntnis des zeitlichen oder drehzahlabhängigen Drehmomentverlaufes $M(t)$ bzw. $M(\omega)$. Aus $M(\omega)$ kann rückwirkend $M(t)$ bestimmt werden.

Wird der Drehzahlhub ω_h in der Zeit t_h durchlaufen, so gilt für das Massenträgheitsmoment J_p[1]:

$$J_P = \frac{1}{\omega_h} \int_0^{t_h} M(t)\, dt - J_b\,; \qquad (2)$$

Durch Integration der Hochlaufkurve $M(t)$ kann der Rechner also das Massenträgheitsmoment J_p bestimmen. Eine wiederholte Auswertung des Integrals (nach jedem Messlauf) kann vermieden werden, wenn das Moment durch eine entsprechend angepasste zeit- beziehungsweise drehzahlabhängige Stromvorgabe konstant eingeprägt wird. Dann vereinfacht sich Gleichung [2] zu

$$J_p = \frac{M}{\omega_h}\, t_h - J_b\,; \qquad (3)$$

Die Stromvorgabe muss in einem Vorversuch ermittelt werden. Durch Messung verschiedener Zwischenwerte $\omega(t)$ lässt sich einfach überprüfen, ob die getroffene Voraussetzung M = konst. erfüllt ist. Die Zwischenwerte müssen im ω-t-Diagramm auf einer Geraden liegen. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, muss ein neuer Kalibrierlauf zur Bestimmung des zeit- bzw. drehzahlabhängigen Drehmomentes durchgeführt werden. Diese Kontrolle und Korrektur kann ebenso wie der Hochlaufversuch automatisiert werden.

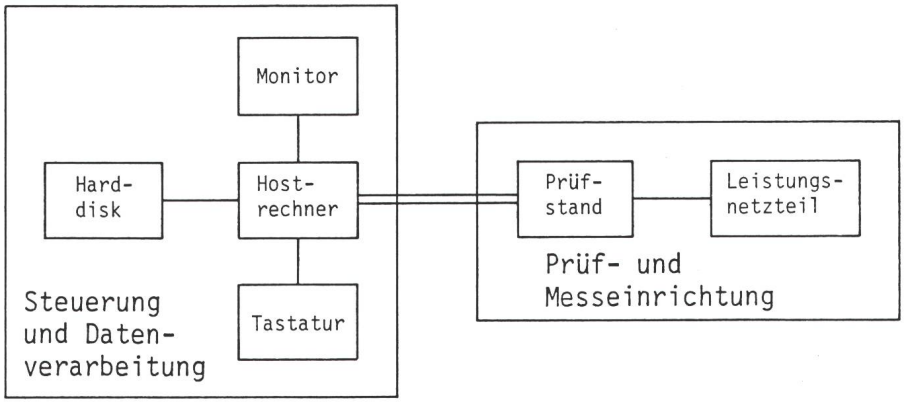
Der elektronische Aufbau des Mess- und Prüfstandes

Das Gesamtsystem zur Messung und Prüfung von Kleinmotoren gliedert sich in zwei Teilsysteme (Fig. 2):

- Steuerung und Datenverarbeitung,
- Prüf- und Messeinrichtung.

Das Teilsystem zur Steuerung und Datenverarbeitung setzt sich zusammen aus einem zentralen Prozessrechner sowie den peripheren Bausteinen Monitor, Tastatur, Harddisk und Plotter. Für den Rechner wurden spezielle Programmpakete erstellt, die den Prüf- und Messablauf steuern, Messdaten erfassen und Auswertungen vornehmen.

Das zweite Teilsystem gliedert sich in den Prüf- und Messstand sowie ein Leistungsnetzteil für die elektrische Versorgung des Prüf- und Bremsmotors. Zusätzliche Geräte werden für den Betrieb nicht benötigt; es können aber Oszillographen, Strommesszangen, programmierbare Multimeter und externe Signalgeneratoren über zusätzliche Input-Output-Kanäle angeschlossen werden. Der Prüf- und Messstand befindet sich in einem 3fachen 19″-Baugruppenträger (Fig. 3).



Figur 2 Aufbau des Gesamtsystems zur Messung und Prüfung von Kleinmotoren

Die Betriebsweisen des Prüfstandes

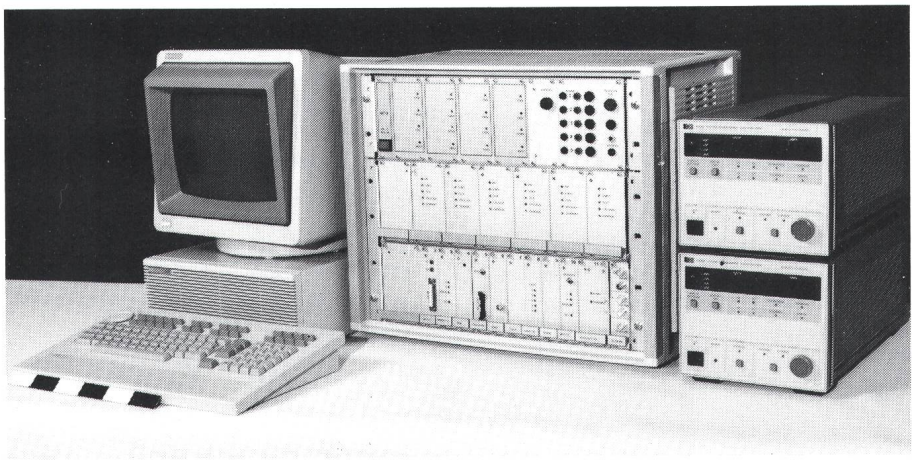
Der Prüfstand ist, wie bereits erwähnt, mit einer umfangreichen Software ausgestattet. Die einzelnen Programmpakete, deren strukturelle Verflechtung in Figur 4 zu sehen ist, werden nachfolgend kurz vorgestellt. Der Dialog mit dem Rechner erfolgt bei jedem Programmteil menügesteuert über Tastatur und Graphikbildschirm.

Basisprogramm

Das Basisprogramm steht im Zentrum der Softwarestruktur. Es dient dazu, die Betriebsparameter von Bremse und Prüfmotor nach Wunsch einzustellen. Neben den verschiedenen Parametern, die in Tabelle I beschrieben werden, erscheint auf dem Bildschirm ein Monitor mit dem aktuellen Betriebszustand der beiden Motoren (Istdrehzahl, Drehzahlwelligkeit, Regelabweichung usw.).

Kurveneditor

Die Eingabe der Spannungs- und Stromkurven für den Betrieb von Bremse und Prüfmotor mit bis zu fünf Phasen kann auf zwei Arten erfolgen:



Figur 3 Gesamtaufnahme des Prüf- und Messstandes

[1] Aus dem Drallsatz $J \cdot \omega_h = \int_0^{t_h} M\,dt$ folgt mit $J = J_p + J_b$ und $\omega_h = \omega(t_h) - \omega(0) \rightarrow$

$$J_p = \frac{1}{\omega_h} \cdot \int_0^{t_h} M(t)\, dt - J_b\,;$$

- Eingabe von Stützwerten im Winkelbereich
- Eingabe von Amplitudenwerten im Spektralbereich.

Die erste Variante eignet sich besonders für die Definition von Kurven, die sich durch einfache Polygone darstellen oder approximieren lassen, wie beispielsweise Rechteck- oder Trapezfunktionen. Die übrigen Kurven werden vorteilsweise durch Grund- und Oberschwingungen definiert und anschliessend über eine inverse Fast-Fourier-Transformation in den Winkelbereich umgewandelt. Um die graphische Eingabe beliebiger Kurven zu vereinfachen, steht ein leistungsfähiges Menü an Editierhilfen zur Verfügung.

Parameter von Bremse und Prüfmotor

- Auswahl der im Editor vordefinierten Kurvenverläufe für die Motoransteuerung,
- Anpassung der Kurven an den Rotorstellungswinkel (Synchronmotor),
- Betrieb der Leistungsendstufen als Spannungs- oder Stromquelle,
- Einstellen der Spannungs- bzw. Stromamplituden,
- Definition der Begrenzungen für Dauer- und Spitzenstrom,
- Auswahl des Betriebsmodus: Steuerung oder Drehzahlregelung,
- Definition der Einstellparameter des PID-Reglers,
- Definition der Solldrehzahl (gegebenenfalls mit einer überlagerten Modulation) bei Betriebsart Drehzahlregelung.

Tabelle I

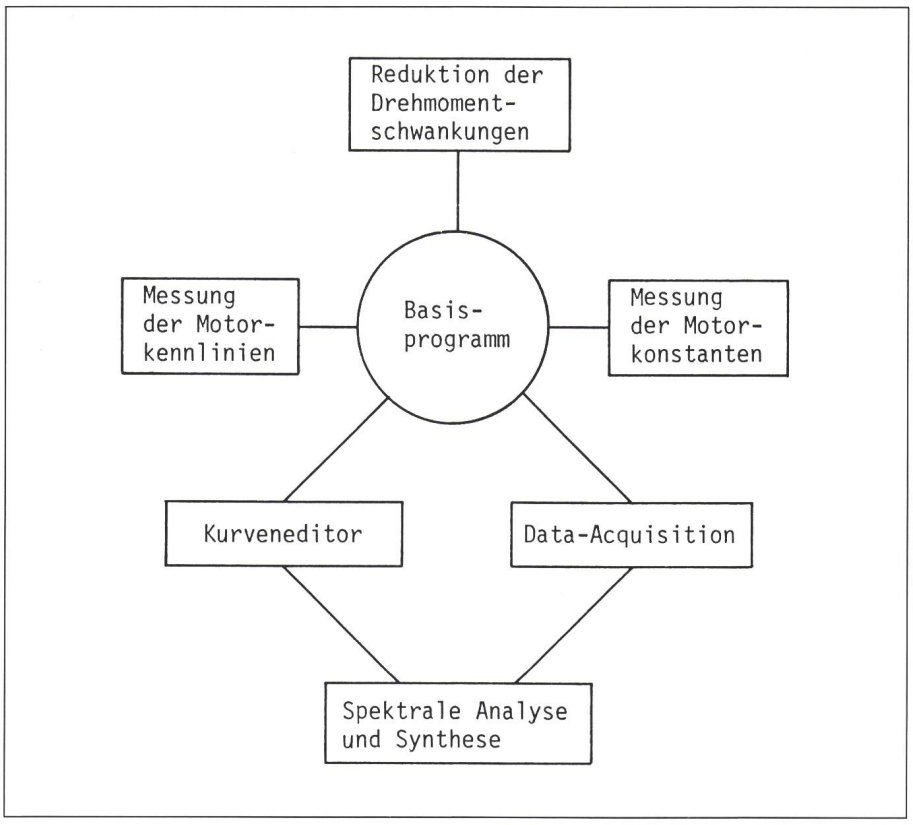
Data-Acquisition-Unit

Die Data-Acquisition-Unit ist ein Software-Instrument zur Aufzeichnung der aktuellen Motorgrössen. Der Rechner steuert und überwacht den Messablauf, während der Prüfstand die Messung ausführt. Aus der Sicht des Rechners gliedert sich der Messvorgang unabhängig von der zu messenden Grösse in vier aufeinanderfolgende Schritte:

- Initialisierung der Prüfstandsmesseinheit,
- Start der Messung,
- Abruf der Messwerte aus dem schnellen Zwischenspeicher des Prüfstandes,
- Auswertung der Messdaten.

Für die Steuerung und Auswertung der Messung steht folgendes Menü von Befehlen zur Verfügung:

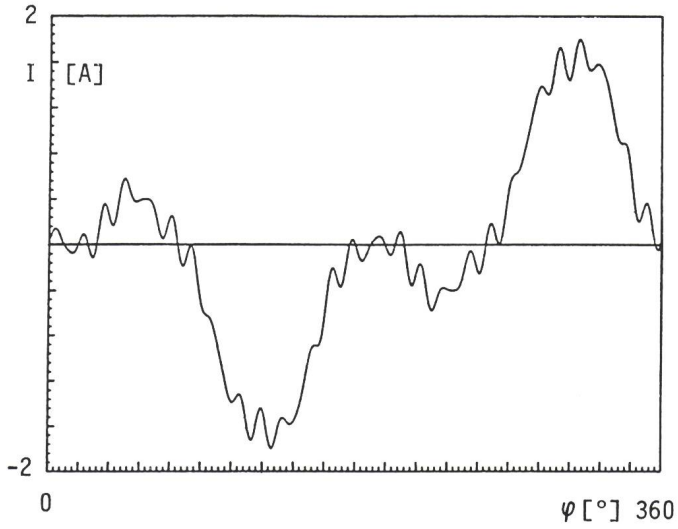
- Auswahl der elektrischen Messgrössen, d.h. Spannungen, Ströme, Leistungen der einzelnen Motorphasen und externe Prüfstandseingänge,
- Auswahl der mechanischen Messgrössen, d.h. Drehmoment und Drehzahl, Winkelbeschleunigung,
- Bereichswahl der gewählten Messgrössen,
- Auslesen der einzelnen Kurvenwerte,
- Sprung in andere Programmpakete, z.B. in die Spektralanalyse.



Figur 4 Verknüpfung der einzelnen Programmpakete

Spektrale Analyse

Die Kurven, die dem Editor oder der Data-Acquisition-Unit entstammen, können mittels einer Fast-Fourier-Transformation in den Frequenzbereich überführt werden. Zur Analyse

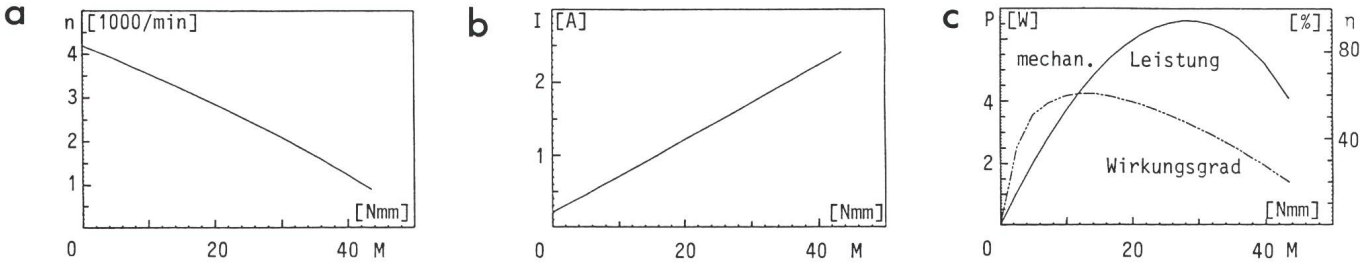


Figur 5 Bildschirmdarstellung der Data-Acquisition-Unit (ohne Programmenüanzeige)

Kurven-Monitor

I Strom einer Motorphase

φ Winkel



Figur 6 Beispiele für die vollautomatische Ermittlung von Motorkennlinien

a Drehzahl n in Funktion des Drehmomentes M
b Motorstrom I in Funktion des Drehmomentes M
c Mechanische Leistung P und Wirkungsgrad η in Funktion des Drehmomentes M

und zur Synthese im spektralen Bereich stehen ein Monitor mit verschiedenen Darstellungsvarianten sowie ein Editor, mit dem die transformierten Messwerte (Harmonische) verändert werden können, zur Verfügung. Die harmonischen Komponenten lassen sich als Absolutwerte oder getrennt in Real- und Imaginärteile darstellen. Nach einer eventuellen Modifikation werden sie wieder in den Winkelbereich transformiert.

Messung von Motorkonstanten

In vollautomatischen Messprozeduren werden folgende Motorgrössen ermittelt:

- Drehmomentkonstante,
- Reibungsmomente in Abhängigkeit der Drehzahl,
- mechanische Zeitkonstante,
- Massenträgheitsmoment.

Messung von Motorkennlinien

Die Messung von Motorkennlinien erfolgt ebenfalls durch vollautomatische Messprozeduren. Es können die Kennlinien von maximal vier verschiedenen Betriebsspannungen des Prüflings als Funktion des Drehmomentes aufgenommen werden. Zu Beginn der Messung wird eine Kompensation der Reibungsmomente durchgeführt, um anschliessend die Kennlinien vom Leerlauf bis zum maximal zulässigen Lastmoment punktweise zu ermitteln. Die graphische Darstellung der Messungen erfolgt wahlweise auf dem Bildschirm oder auf einem externen Plotter. In den Figuren 6 sind Beispiele eines Testmotors zu sehen.

Reduktion von Drehmomentschwankungen

Mit Hilfe dieses Programmpaketes lassen sich Drehmomentschwankungen messtechnisch erfassen und über eine entsprechende Steuerung der Stromversorgung reduzieren. Sowohl die Messung als auch die Reduktion der permanentmagnetischen und elektromagnetischen Drehmomentschwankungen an permanentmagnetisch erregten Synchronmotoren erfolgen vollautomatisch.

Literatur

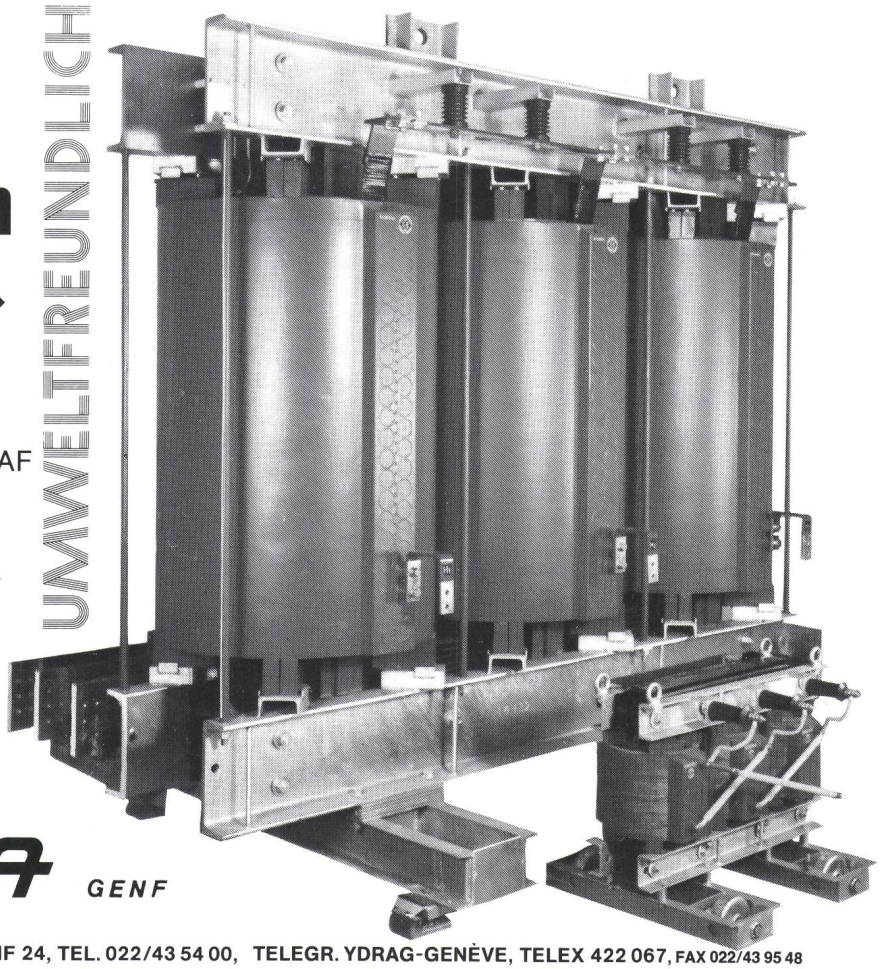
[1] *H. Shimizu:* Rotary encoders for higher accuracy. JEE 24(1987)251, p. 50...52.
[2] *N. Ichinose:* Applications of sensor materials for motors. JEE 24(1987)241, p.60...62.
[3] *E. Hauer:* Digitale Erfassung von Drehbewegungen mit Inkrementalgebern. Elektroniker (1985)3, S. 48...52.
[4] *H. Hopfengärtner:* Auswertung von Impulsgebersignalen zur Drehzahlmessung. Technisches Messen 49(1982), S. 59...62.
[5] *W. Schumacher, P. Rojek* und *H.H. Letas:* Hochauflösende Lage- und Drehzahlerfassung optischer Geber für schnelle Stellantriebe. Elektronik 34(1985)10, S. 65...68.
[6] *R. Lacey* and *G. Horner:* New developments in linear and rotary high accuracy inductosyn position transducers. Report of Hightech Components Limited, Tadley/Hampshire, UK.
[7] *U. Dibbern:* Magnetoresistive Sensoren und ihre Anwendungen. Techn. Rdsch. 75(1983)45, S. 11...12.
[8] *K. Dobler* und *H. Hachtel:* Neues Verfahren zur Drehmomentmessung mit Hilfe von Wirbelstromeffekten. Techn. Rdsch. 75(1983)45, S. 17...19.

Gießharz-Leistungs-Transformatoren

MAYLAMID®

UMWELTFREUNDLICH

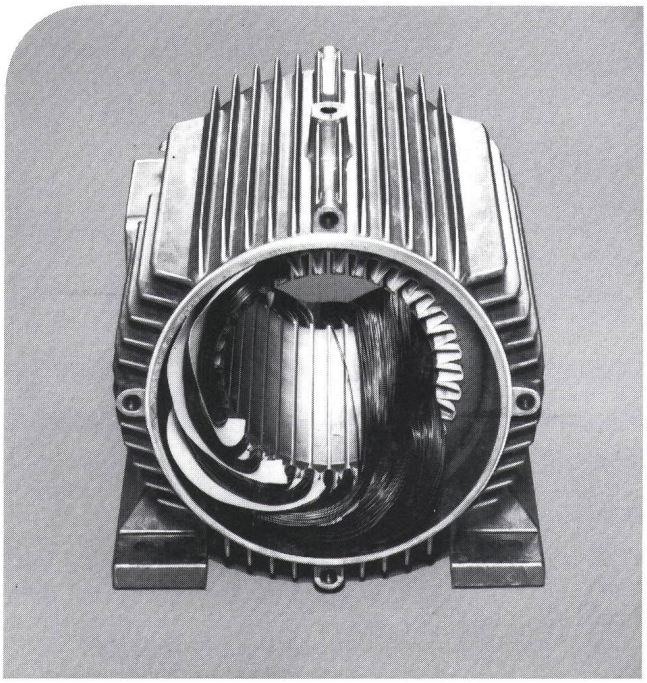
- Bis Isolationsklasse 36 kV (BIL bis 200 kV/70 kV)
- Bis 16 000 kVA Selbstkühlung AN
- Bis 24 000 kVA forcierte Kühlung AF
- Wartungsfrei
- Raumsparend
- Stoßspannungsfest
- Teilentladungsfrei
- Stoßkurzschlußfest
- Schwer entflammbar
- Keine Verfeuchtung
- Sofort einschaltbereit
- Temperaturwechselfest
- Kurzzeitig hoch überlastbar



GARDY SA GENF

15, RUE MARZIANO, POSTFACH 230, CH-1211 GENF 24, TEL. 022/43 54 00, TELEGR. YDRAG-GENÈVE, TELEX 422 067, FAX 022/43 95 48

Wachendorf AG, 4002 Basel und 8404 Winterthur



5

Flächen-isolationen

einlagig und mehrschichtig aus den Werkstoffen:

Pressspan

Polyesterfolie Mylar*

Aramidpapier Nomex*

Polyimidfolie Kapton*

***Du Ponts eingetragenes Warenzeichen**

Eigenschaften:

Mylar*
Hohe el. Durchschlags- und Zugfestigkeit, bis 150°C.

Nomex*
Hohe el. Durchschlagsfestigkeit, flammwidrig, verträglich gegen Chemikalien, Lösungsmittel und radioaktive Strahlung, bis 220°C.

Kapton*
Thermische Höchstansprüche von −269°C bis +400°C, dimensionsstabil, flammwidrig, kein Schmelzpunkt und strahlenbeständig.

Mehrschichtenisolation
Durch Verwendung versch. Trägerstoffe können Eigenschaften variiert werden. Einsatzbereich in den Wärmeklassen B-F-H-C.

Wachendorf

Tel. 061 – 42 90 90

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ein entscheidendes Qualitätskriterium für elektronische Apparate und Anlagen

Unser Entstörungslabor

- prüft die Störempfindlichkeit und das Störvermögen,
- bestimmt Störschutz- und Schirmmassnahmen,
- kontrolliert Apparate und Anlagen auf Einhaltung der gesetzlichen Störschutzbestimmungen,
- führt Prototyp- und serienmässige Entstörungen aus,
- steht Fabrikations- und Importfirmen für fachmännische Beratung in EMV-Problemen zur Verfügung.

PRO RADIO-TELEVISION, Entstörungslabor, 3084 Wabern, Telefon 031 / 54 22 44

Kabelbinder und -systeme für jedes Bündelungs- und Befestigungsproblem

Für jede Anforderung, für jede Anwendungsmöglichkeit das richtige und wirtschaftliche Bündelungs- und Befestigungs-System: in verschiedensten Materialien auch für kritische Einsatzbereiche und ein komplettes Werkzeug-Programm.
Verlangen Sie den neuen Gesamtkatalog!

Wer sich mit Kabelbinder und Kabelbinder-Systeme beschäftigt, braucht sich nur einen Namen zu merken – PANDUIT GmbH

Interelectronic
Interelectronic Oertli AG, 8032 Zürich
Kirchenweg 5, Tel. 01 - 252 10 32

140