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: 76 (1985)

Heft: 21

Rubrik: Im Blickpunkt = Points de mire

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: 04.08.2025

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

Im Blickpunkt
Points de mire

Sprecher + Schuh AG verkauft Hoch- und Mittelspannungsbereich

Am 9. Oktober 1985 hat der aargauische Apparate- und Anlagehersteller Sprecher + Schuh AG seine Geschäftsbereiche Hochspannung, Mittelspannung und Gesamtanlagenbau einschliesslich der entsprechenden Tochtergesellschaften in Brasilien, der Bundesrepublik Deutschland und Österreich an den französischen Industriekonzern Alsthom SA, einem langjährigen Geschäftspartner von Sprecher + Schuh AG, abgetreten. Die Übernahme bedarf noch der Zustimmung der Aktionäre sowie der zuständigen statutarischen Instanzen. Im Besitz der Sprecher + Schuh AG verbleiben die Bereiche Niederspannung und industrielle Elektronik.

Die Beweggründe für diesen weitreichenden Schritt liegen in erster Linie in den hohen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen in den genannten Bereichen, welche die Kräfte eines Konzerns von der Grösse von Sprecher + Schuh AG langfristig übersteigen. Dies gilt hingegen nicht für die Bereiche Niederspannung und Elektronik. Hier bieten sich Sprecher + Schuh AG echte Erfolgschancen. Die abgetretenen Bereiche – sie machen rund zwei Drittel der gesamten Konzernsubstanz von Sprecher + Schuh AG aus – sollen im Laufe der nächsten Monate in eine neu zu gründende Sprecher Energie AG ausgegliedert und von Alsthom SA übernommen werden. In der Zwischenzeit werden die betroffenen Aktivitäten von Sprecher + Schuh AG treuhänderisch für Alsthom SA verwaltet. Ein Abbau von Arbeitsplätzen ist nicht vorgesehen. Auch hat Alsthom SA sämtliche geltenden Arbeitsverträge zwischen den Sozialpartnern der schweizerischen Maschinen- und Metallindustrie übernommen.

Informationstechnik
Technique de l'information

Les 80 ans de Condensateurs Fribourg

Le Groupe Condensateurs Fribourg est né de la collaboration étroite de l'Université avec l'Industrie. En effet, il a été fondé par deux physiciens de l'Université de Fribourg qui cherchaient à produire de l'azote par décharges électriques et qui, dans ce but, se mirent à fabriquer des condensateurs. Le Groupe a fêté le 1er octobre ses 80 ans[1] dans le cadre d'une rencontre scientifique consacrée au thème «L'informatique et les télécommunications dans leur environnement électromagnétique perturbateur», thème en rapport direct avec l'activité EMC du Groupe, également issue d'une fructueuse collaboration cette fois entre l'EPFL et l'Industrie.

C'est en 1977 que le groupe EMC Fribourg a été créé. Son activité consiste à analyser les problèmes de perturbations au moyen d'un équipement sophistiqué et de proposer des solutions adéquates. Ses services s'étendent sur tout le «système EMC» (production, transmission et réception des perturbations). Environ 400 mandats exécutés depuis 1977 ont permis à EMC Fribourg d'acquérir une grande expérience dont profitent tous les nouveaux mandats. Parallèlement à EMC, Condensateurs Fribourg SA a développé et fabrique toute une gamme de filtres et de condensateurs d'antiparasitage et d'immunisation.

Un public très varié assistait à la rencontre: de scientifiques et intéressés du domaine EMC aux représentants de l'économie et de la politique fribourgeoise. Aussi, les quatre conférences présentées par des spécialistes éminents traitaient-elles d'aspects EMC très divers sur un niveau scientifique attractif pour les uns et les autres:

M. Wintzer (Agence spatiale européenne): Problèmes de compatibilité électromagnétique des systèmes embarqués.

W. Blumer (Forschungsinstitut für militärische Bautechnik): NEMP Phänomena; Berechnungsmethoden für transiente elektromagnetische Felder.

Prof. R. Zwicky (ETHZ): Niederfrequente Beeinflussung in Netzen.

B. Danker (Philips, Eindhoven): Isolating Equipment from Ambient.

Le concept de combiner la fête du jubilé d'une entreprise avec une rencontre scientifique du domaine de son activité mérite sans doute d'être retenu. *Eb*

[1] *cf. Schweizer Pioniere der Wirtschaft und Technik. Band 28: Hans Blumer-Ris. 1975.*

Parallelrechner mit 512 Prozessoren von IBM

Das Forschungslaboratorium der IBM in New York arbeitet an einem Projekt für Parallel-Datenverarbeitung mit dem Namen «Research Parallel-Prozessor-Projekt RP3». Ziel der Forschungsarbeiten ist es, erheblich mehr Prozessoren parallel an komplexen Vorgängen arbeiten zu lassen als bisher.

Die erste Version des RP3 wird 64 Prozessoren haben. Durch eine Verknüpfung von 8 solchen 64-Prozessor-Gruppen kann eine Erweiterung auf 512 Prozessoren erfolgen, die parallel verbunden sind und auf einen Speicher von insgesamt zwei Milliarden Zeichen zugreifen können. Die 512-Prozessor-Version wird voraussichtlich mit einer Dauergeschwindigkeit von einer Milliarde Befehle pro Sekunde arbeiten und 800 Millionen Gleitkomma-Operationen pro Sekunde durchführen.

Der RP3 ist ein Projekt innerhalb der Forschung über Parallel-Datenverarbeitung, die bei der IBM 1979 begann und 1981 in eine Zusammenarbeit mit verschiedenen akademischen Institutionen mündete. Aus dieser Forschungstätigkeit entstanden Parallel-Prozessoren, die bei IBM intern für die Grundlagenforschung und die computerunterstützte Konstruktion verwendet werden. Mit RP3 soll das Konzept von Systemen aus miteinander verknüpften Prozessoren geprüft und die Fähigkeit für komplexe Vorgänge getestet werden. Weitere Anwendungen für RP3 sind Simulation anderer Parallel-Rechner, Probleme der Parallel-Programmierung und Projekte im Bereich der künstlichen Intelligenz.

(IBM-Pressemitteilung)

Hohe Übertragungskapazität mit Monomodefasern

[Nach *D. Knodel* und *B. Sange:* Monomodefaser erhöht Übertragungskapazität. Nachrichten Elektronik und Telematik 39(1985)3, S. 102...107]

Die in den neuen digitalen Kommunikationsdiensten geforderte hohe Übertragungskapazität kann mit Glasfasern erreicht werden. Glasfasern lassen sich in multimodische und monomodische Typen unterteilen. Einfachste multimodische Ausführungsform ist die Stufenindexfaser, bestehend aus einem Glaskern, der von einem Mantel mit niedriger Brechzahl umgeben ist. Infolge der ausgeprägten Modendispersion (Verbreiterung des Sendelichtimpulses) sind Stufenindexfasern für eine hochratige Übertragung nicht geeignet. Eine Verminderung der Modendispersion wird bei Gradientenindexfasern (GI-Fasern) erreicht, welche zurzeit in 140 Mbit/s-Systemen des deutschen Fernnetzes über Verstärkerabstände von etwa 20 km betrieben werden.

Um Modenlaufzeitdifferenzen ganz auszuschliessen, muss der Faserkern bzw. der Brechzahlunterschied soweit verringert werden, dass die Faser nur noch die Grundmode führt. So erhält man den einfachsten Typ der Monomodefaser. Da Monomodefasern im Vergleich zu GI-Fasern bei 1300 nm Wellenlänge eine höhere Bandbreite und eine niedrigere Dämpfung aufweisen, lassen sich mit Monomodefasersystemen höhere Übertragungskapazitäten bei gleichzeitig grösseren Regeneratorabständen verwirklichen. Der einfachste Typ ist die SM-Faser mit angepasstem Brechungsindex von lichtführendem innerem Mantel und äusserem Mantel. Ein weiterer Fasertyp mit QC-Struktur ermöglicht eine breitbandige Nutzung sowohl im Wellenlängenbereich bei 1300 mn als auch 1550 nm.

Die deutsche Bundespost erprobt gegenwärtig auf einer 18 km langen Versuchsstrecke mit 4 SM-Fasern die Eignung von Monomodefasern und verschiedenen Übertragungsverfahren für den Einsatz bei Weitverkehrssystemen. Das System arbeitet mit einer Nutzbitrate von 565 Mbit/s. Die mittlere Dämpfung (1300 nm) der Faserstrecke einschliesslich der Spleisse und 8 Steckverbindungen beträgt 0,48 dB/km. Die Autoren beschreiben Einzelheiten der für diesen Versuchsbetrieb entwickelten Geräte auf der Sende- und Empfangsseite. Dank der geringen Dämpfung der Monomodefaser ergaben Versuche sogar über 54 km Bitfehlerquoten von $<10^{-13}$. Die erzielten Resultate erfüllen bereits die Anforderungen eines zukünftigen Weitverkehrsnetzes.

R. Wächter

Zum heutigen Stand der Steuerungstechnik

[Nach *R.A. Frosch:* Getting it All under Control. Einführungsreferat zur «1984 American Control Conference». IEEE Control Systems Magazine 5(1985)1, S. 3...8]

Die Steuerungs- und Regelungstechnik ist heute in weite Bereiche von Industrie, Gesellschaft und Alltagsgeschehen eingedrungen und hat vor allem durch die Automation das menschliche Leben und Erleben grundlegend beeinflusst. Wohin führen diese Entwicklungen in der Zukunft, und in welchem Masse wird unser menschliches Dasein weiteren Veränderungen unterworfen? An zwei einfachen Beispielen wie etwa an der Steuerung moderner Verkehrs- und Militärflugzeuge und in der automatisierten Automobilproduktion erkennen wir, dass es möglich ist, Maschinen mit Hilfe mechanischer, optischer und elektrischer Sensoren und Aktoren so zu beeinflussen, dass der Operateur deren Betrieb weitgehend einem automatisch arbeitenden Steuerungs- und Überwachungssystem überlassen kann. Der Mensch hat somit einen grossen Teil seiner Steuerungs- und Überwachungsaufgaben einem selbständig denkenden und Entscheide treffenden elektronischen Hilfsoperateur anvertraut. Die Steuerungstechnik hat in den vergangenen zwei bis drei Jahrzehnten fast unübersehbare Anwendungsbereiche gefunden und sich dementsprechend vielfältig weiterentwickelt. Man beginnt heute nach den Grenzen dieser Entwicklung zu fragen, auch danach, durch welche menschlichen und technischen Parameter sie bestimmt werden.

Die Komplexität dieses Gebietes lässt sich an den Beispielen der automatischen Produktionssteuerung oder an der automatischen Luftverkehrskontrolle eines Flughafens gut aufzeigen. Eine Vielzahl einzeln und zum Teil parallel ablaufender Vorgänge werden in ein Gesamtüberwachungs- und Steuerungssystem integriert, dessen Komplexität den Einbau eines zusätzlichen, ebenfalls automatisch ablaufenden Prüfsystems erfordert. Wir lassen Computer und Prozessoren Betriebszustände erkennen und Entscheidungen über den nächsten Verfahrensschritt treffen. Wir verlangen weiter, dass dieses System mit einer höchstmöglichen Zuverlässigkeit arbeitet. Wir können dieses System immer komplexer gestalten, bis wir die Übersicht durch die Erreichung der Grenze unserer Beurteilungsfähigkeit zu verlieren beginnen. Daraufhin bauen wir Modelle solcher Systeme und simulieren alle erdenklichen (sinnvolle und nicht sinnvolle) Betriebszustände. Dann versuchen wir die von der Maschine getroffenen Entscheide zu werten und im Falle von Unvernunft auszuschalten. Am Beispiel des Space-Shuttle und der Voyager-Sonde wird gezeigt, mit welcher Sicherheit die Funktionstüchtigkeit der Bordsysteme vorausgesagt werden kann und wie oft sie demnach sowohl vor wie während des Fluges zu testen sind. Man weiss heute, dass solche Steuerungssysteme nichtlineares Verhalten zeigen und deshalb Funktionsbereiche enthalten, in welchen die Steuerungsparameter ein völliges Chaos im Systemverhalten herbeiführen können. Auch ein solches Verhalten muss beherrscht werden können, denn nur so ist das erwünschte Verhalten abgrenzbar.

Die heute erreichten Fortschritte auf diesem Gebiet lassen erkennen, dass die Ingenieure und Wissenschafter vermehrt die Auswirkungen ihres Tuns auf Umwelt, Gesellschaft, das menschliche Wohlergehen abschätzen müssen. Intuition und Vernunft spielen hierbei die ausschlaggebende Rolle.

H. Klauser

ICs mit eingebautem Selbsttest

[Nach *C. Maunder:* Built-in test, a review. Electronics & Power, 31(1985)3, pp. 204...208]

Komplexe digitale integrierte Schaltungen werden mit integrierten Testschaltungen auf dem Chip hergestellt, um sie kostengünstiger bei voller Arbeitsgeschwindigkeit prüfen zu können, wobei lediglich zwischen Funktionieren und Nichtfunktionieren unterschieden werden kann. Die Testschaltung erzeugt eine Eingangsbitfolge (Testpattern) und vergleicht die bewirkte Bitfolge am Ausgang der Schaltung mit dem erwarteten Muster.

Als Testpatterngenerator wird ein lineares rückgekoppeltes Schieberegister verwendet, das eine Pseudozufallssequenz mit sehr grosser Periode erzeugt. Die oft umfangreiche Bitfolge am Ausgang der zu prüfenden Schaltung wird komprimiert, indem sie in den Rückkopplungspfad eines weiteren Schieberegisters eingespeist wird und so am Ende einen Zustand des Schieberegisters bewirkt, der eine für die getestete Schaltung charakteristische Signatur darstellt.

Um mehrere Schaltungspunkte gleichzeitig zu testen, werden deren Ausgänge separat in die Zellen des sogenannten Signaturregisters eingespeist. Damit sich Fehler von verschiedenen Schaltungsausgängen in der resultierenden Signatur nicht gegenseitig aufheben, muss eine derartige Anordnung mit einem Multiple-Input Signature Register (MISR) sorgfältig entworfen werden.

Bei Schaltungen, die nach dem Scan-Entwurfsverfahren entwickelt wurden, wird der Testpatterngenerator am Eingang des sequentiellen Schaltungsteils und das Signatur-Register an dessen Ausgang angefügt.

Sind mehrere nach dem Scan Design Verfahren entwickelte Schaltungsblöcke auf einem Chip integriert, werden die Eingänge der sequentiellen Schaltungsteile der einzelnen Blöcke mit den Zellenausgängen des Testpatterngenerators verbunden und die Ausgänge der Blöcke über eine Kontrollogik auf das MISR geführt.

Der Built-in logic block observer, der als Parallel-Latch, Schieberegister oder MISR geschaltet werden kann, vereinigt den Testpatterngenerator und den Signaturanalysator in einer einzigen Schaltung.

Komplexe Selbsttests sind bei Schaltungen realisierbar, die Mikroprozessoren beinhalten. Zusätzliche Mikroprogramme erlauben hier, entweder die einzelnen Instruktionen oder Funktionsblöcke zu testen.

B. Wenk

Testpatterngenerierung für CMOS-Schaltungen

[Nach *D. Leet et al.:* A CMOS LSSD test generation system. IBM J. Res. Develop. 28 (1984) 5, S. 625..635]

Als Enhanced Test Generator (ETG) wird ein Softwarepaket bezeichnet, das speziell zur Testpatterngenerierung für CMOS Gate-Arrays entwickelt wurde. Es wird vorausgesetzt, dass die Schaltungen mittels Level-Sensitive Scan Design (LSSD) entwickelt wurden. Dabei werden als Speicherelemente nur Shift Register Latches (SRL) verwendet, die im Testbetrieb als Schieberegister laufen. Der Tester hat Zugriff zum ersten und letzten Latch des Schieberegisters, so dass sich alle internen Zustände der Schaltung direkt steuern und beobachten lassen. Normalerweise werden Stuck-at-Fehler (Stuck-at-0, ein Knoten liegt permanent auf 0, Stuck-at-1, Knoten immer auf 1) angenommen. Mit diesem Fehlermodell lässt sich eine automatische Testpatterngenerierung effizient realisieren. Diese läuft in 3 Phasen ab.

1. Einem Schaltungsknoten wird ein Stuck-at-Fehler zugeordnet.

2. Die Eingangsvariablen der Gatter zwischen dem angenommenen Fehlerort und einem beobachtbaren Ausgang werden so gewählt, dass der angenommene Fehler an einem Ausgang sichtbar wird.

3. Die übrigen Eingangsvariablen werden so bestimmt, dass am angenommenen Fehlerort das Komplement des angenommenen Fehlers entsteht und die Bedingung der Phase 2 erfüllt bleibt. Diese 3 Schritte werden für alle möglichen Stuck-at-Fehler wiederholt.

Nun kommt ein Nachteil der CMOS-Technologie zum Vorschein. Er besteht darin, dass ein grosser Teil der möglichen Fehler keine Stuck-at-Fehler, sondern sogenannte Unterbrechungsfehler (unterbrochene Verbindungssegmente oder unterbrochene Drain-Source-Strecken) sind. Ein Teil der Unterbrechungsfehler erfordert zur Erkennung zwei in geeigneter Weise aufeinanderfolgende Testpattern. Deshalb ist auch ein erweiterter Algorithmus für die Testpatterngenerierung notwendig.

In der Regel werden die generierten Testpattern durch eine Fehlersimulation verifiziert. Für 4 Chips mit Komplexitäten zwischen 15 und 4837 logischen Blöcken wurde dabei folgende statistische Aussage erhalten: Mit einem Testpatterngenerator, der nur mit Stuck-at-Fehlern arbeitet, werden 89...95% der Stuck-at-Fehler, aber nur 41...55% der Unterbrechungsfehler gefunden. Mit ETG hingegen werden 95...99% der Stuck-at-Fehler und 73...82% der Unterbrechungsfehler gefunden. Das heisst, dass durch ETG die Produktqualität merklich verbessert wird. Nachteile sind erhöhte Aufwendungen für die Testerstellung (ungefähr Faktor 4) und eine längere Testdauer (ungefähr doppelt so lang).

E. Stein.

Energietechnik
Technique de l'énergie

Ladezustandsanzeigegerät für Bleiakkumulatoren

[Nach *W. Schleuter* et al.: Ein Gerät zur Ermittlung des Ladezustandes von Bleiakkumulatoren. E und M 102(1985)2, S. 82...87]

Ladezustandsanzeiger sollen bei Bleiakkumulatoren helfen, die vorhandene Energie möglichst voll auszuschöpfen und lebensdauerreduzierende Tiefentladungen zu vermeiden. Aus der Vielzahl von Einflussgrössen, welche die jeweils verfügbare oder entnehmbare Ladung eines Bleiakkumulators bestimmen, sind besonders der Entladestrom, die Elektrolyttemperatur, das Alter der Batterie sowie die Standzeit nach der letzten Ladung, die letzte Entladung usw. von besonderer Bedeutung. Bedingt durch diese verschiedenartigen Einflussgrössen ist die Bestimmung des Ladezustandes von Bleiakkumulatoren sowohl bei Konstantstromentladung als auch bei Belastung mit wechselnden Strömen recht schwierig.

Im vorliegenden Bericht werden die Bestimmungsgrössen für ein Ladezustandsanzeigegerät definiert, das Lastenheft skizziert und die schaltungstechnische Realisierung eines den Praxisanforderungen entsprechenden Gerätes vorgestellt. Zu den allgemeinen Anforderungen an einen Ladezustandsanzeiger – niedriger Preis, kleine Abmessungen, geringes Gewicht, einfache Bedienung, gute Ablesbarkeit der Anzeige, einfaches Messverfahren – kommen für die Anwendung in Fahrzeugen weitere Anforderungen wie preisgünstige Spannungsversorgung aus der Bordbatterie und zuverlässiges Arbeiten der Bauelemente in einem weiten Temperaturbereich hinzu. Gefordert wird auch eine Überwachung, die sicherstellt, dass dem Akkumulator beim Laden eine grössere Ladung zugeführt wird, als beim Entladen entnommen wurde (Ladefaktor > 1). Anhand von Blockschaltbildern und Gleichungen der massgebenden Einflussgrössen wird die Funktionsweise eines Ladezustandsanzeigers beschrieben, der für den Einsatz in Elektrostrassenfahrzeugen konzipiert wurde, aber auch für andere Anwendungen von Bleiakkumulatoren geeignet ist.

Da sich der Batteriestrom beim Laden und Entladen in weiten Grenzen bewegt, ist eine gute Genauigkeit auch im Teilaussteuerungsbereich wesentlich. Als Versorgungsspannung sind ±15 V erforderlich, die aus der Bordbatterie des Elektrofahrzeuges (Nennspannung 12 V) über ein potentialtrennendes Schaltglied erzeugt wird. Die Gesamtbelastung der Batterie durch das Gerät beträgt rund 50 mA, die Gesamtschaltung hat bei Vollaussteuerung und Nenntemperatur einen maximalen Fehler von ±1%. Das vorgestellte Gerät ist kein Messgerät im herkömmlichen Sinne, sondern eine Kombination von Mess- und Prognosegerät.

Der beschriebene Ladezustandsanzeiger wurde in einem VW-Transporter und in einem PKW (VW-Golf) getestet. Es wurden dabei sehr zufriedenstellende Messergebnisse erzielt. Das Gerät wird bereits für den Einsatz in Elektrostrassenfahrzeugen produziert; eine etwas abgeänderte Ausführung kann auch in Flurförderfahrzeugen eingesetzt werden.

H. Hauck

Alterung bei Isolierungen und Wicklungen von Generatoren

[Nach *G. Wittrisch:* Betriebserfahrungen mit älteren Generatoren. Teil 2: Alterung bei Isolierungen und Wicklungen von Statoren und Polspulen. Der Maschinenschaden 58(1985)2, S. 46...50]

Statorwicklungen altern vor allem infolge von Glimmentladungen. Die visuelle Kontrolle gibt am besten Aufschluss über den Zustand der Isolation, da die Interpretation von Messwerten auf Schwierigkeiten stösst. Bei Spulenwicklungen können durch Glimmerscheinungen z.B. Lacke und Harze derart zerstört werden, dass die Spule durch Windungsschluss ausfällt, wobei noch erhebliche Folgeschäden auftreten können. Bei Gitterstäben zerfallen oft die Mikafoliumhülsen. Da die Hülsen am Phaseneingang stärker beansprucht werden als in Sternpunktnähe, können sie durch rechtzeitige Umsternung besser ausgenützt werden.

Durch mechanische Beanspruchungen wird die Isolation abgenützt, was zu Lockerungen der Spulen bzw. Stäbe führt. Nutenverschlusskeile und Distanzstreifen wandern heraus. Die Hülsen am Austritt vom Blechpaket können gefaltet oder geknickt werden, was u.U. zum Durchschlag führt. Vibrationen führen zur Härtung der Kupferleiter, was bei unzureichender Abstützung zu Leiterbrüchen und über Unterbrechungslichtbögen zu Folgeschäden führen kann. Durch rechtzeitige Überholung der Abstützungen, Nutenverschleisskeile, Bandagierungen, usw. werden diese Schäden vermieden.

Statorblechpakete zeigen u.U. im Laufe des Betriebes Lockerungen. Es kommt zu Durchschlägen, wenn die Hülsen benachbarter Nuten durch flatternde Bleche beschädigt oder durch ein abgebrochenes Zahnblech zerschlagen werden. Eine Fixierung erfolgt durch Eintreiben und Festschweissen zusätzlicher Stege oder durch Verkleben von Statorblechteilen. Die Teilfugenisolierung bei geteilten Statoren wird mit der Zeit zerrieben, dies führt zu Eisenbränden. Rechtzeitige Erneuerung dieser Isolierung verhindert solche Schäden.

Im *Rotor* weisen die Polspulen zur Isolation gegenüber benachbarten Teilen einen Spulenrahmen auf. Spulenrahmen aus Spaltglimmer und gelegentlich auch Windungsisolierungen weisen im Alter Auflösungserscheinungen auf, wodurch mit der Zeit die Isolation (Kriechwege) ungenügend wird. Durch Einträufeln von Harz kann ein Wiederverkleben des Glimmersplittings und der Windungen erreicht werden. Die Polspulen können sich in radialer und in Umfangsrichtung lösen. Eine Sanierung ist nur bei Bandwicklungen möglich. Bei mehrlagigen Polspulen kommt es zum Windungsschluss.

Dank der guten Kontrollmöglichkeiten können die meisten Schäden durch lokale Reparatur, ohne den Ausbau ganzer Pole, behoben werden.

R. Tüscher