

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zeitschrift:</b> | Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses |
| <b>Herausgeber:</b> | Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen  |
| <b>Band:</b>        | 84 (1993)   |
| <b>Heft:</b>        | 11  |
| <b>Artikel:</b>     | Digitale Schutzgeräte für Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetze : durch die Digitaltechnik werden Abzweigsschutzgeräte kleiner, leistungsfähiger und noch sicherer  |
| <b>Autor:</b>       | Meisberger, Frank E.  |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-902700">https://doi.org/10.5169/seals-902700</a>   |

### 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:** 19.01.2026

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

In der Schutztechnik mussten früher für die verschiedenen Funktionen separate Einzelgeräte mit hohem Platzbedarf und aufwendiger Zwischenverdrahtung eingesetzt werden. Mit den neuen digitalen Abzweigsschutzgeräten halten kompakte integrierte Schutzapparate mit vielfältigen Funktionen, weitgehender Selbstüberwachung – und damit deutlich höherer Verfügbarkeit – sowie einem grossen Informationsumfang Einzug in Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetzen.

# Digitale Schutzgeräte für Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetze

**Durch die Digitaltechnik werden Abzweigsschutzgeräte kleiner, leistungsfähiger und noch sicherer**

■ Frank E. Meisberger

Schutzeinrichtungen in den elektrischen Energieversorgungssystemen haben die Aufgabe, den Betriebszustand dieser Systeme dauernd zu überwachen und beim Auftreten von Störungen genau definierte Schutzmassnahmen einzuleiten (Abschaltungen, Alarmmeldungen usw.). Sie sollen die ihnen zugeordneten Systemkomponenten schützen, indem sie beispielsweise beim Auftreten von Kurzschlägen die Abschaltung der Kurzschlussströme auslösen, bevor grössere Schäden auftreten. Gleichzeitig sollen sie dazu beitragen, bei Störungen Betriebsunterbrüche möglichst klein zu halten und rasch zu beheben.

## Abzweigsschutz

Aufgabe des Abzweigschutzes ist die Überwachung und der Schutz von ganzen Netzteilen. Zu schützen sind dabei Freileitungen, Kabel, Transformatoren, Sammelschienen und Motoren. Diese Aufgabe verlangt von den entsprechenden Schutzgeräten meistens eine ganze Reihe verschiedener Funktionen, wie sie nachfolgend für zwei Beispiele aus Hoch- und Mittelspannungsnetzen genannt werden. Grundsätzlich wird dabei heute angestrebt, möglichst alle Schutzfunktionen, die für das zu schützende

Objekt benötigt werden oder sinnvoll sind, einem einzigen Gerät zu übertragen.

*Beispiel eines Freileitungsabzweigs Hochspannung im vermaschten Netz:* In vermaschten Netzen hat der Schutz die Aufgabe, nur gefährdete Netzteile selektiv abzuschalten, während die Stromversorgung in anderen Netzteilen erhalten bleibt. Voraussetzung dafür ist aber eine sichere Ausmessung der Fehlerstelle durch die Schutzeinrichtungen. Schutzfunktionen, die typischerweise in diesem Fall verlangt werden, sind die folgenden:

- Distanzschutz mit Not-UMZ-Funktion (Unabhängige-Maximalstrom-Zeit-Funktion) mit ein- oder mehrmaliger Wiedereinschaltung, ein- oder dreipolig.
- Fehlerortung mit Entfernungsangabe in km, Prozent der Leitungslänge oder Reaktanz- und Resistanzwerten sowie Störfallprotokollierung mit Absolutzeitzuordnung und Millisekunden-Relativzeit der Einzelereignisse.
- Störschreibung von vier Strömen und vier Spannungen mit Vorgeschichte.
- Erdfehlerreserveschutz als UMZ, AMZ (Abhängige-Maximalstrom-Zeit-Funktion), gerichteter UMZ oder als Richtungsvergleichsschutz.

*Beispiel eines Freileitungsabzweigs Mittelspannung im Stichleitungsnetz:* Einfacher als in vermaschten Netzen ist der Schutz von Stichleitungen. Normalerweise geht es hier darum, den ganzen Zweig bei Auftreten von Überströmen unter definierten Bedingungen abzuschalten und gegebenenfalls wieder ein-

### Adresse des Autors:

Frank E. Meisberger, Oberingenieur,  
Energieverteilung, Sekundärtechnik Vertrieb,  
Siemens AG, D-8500 Nürnberg.

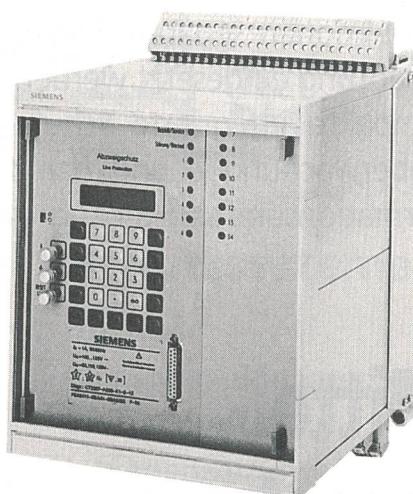


Bild 1 Digitaler Abzweigschutz 7SA511 in Aufbautechnik

Funktionen: Distanzschutz, Wiedereinschaltung, Erdschlussrichtungserfassung und andere

zuschalten. Typische Schutzfunktionen sind in solchen Fällen:

- Überstromzeitschutz mit drei Strom- und Zeitstufen
- Wiedereinschaltung, ein- oder mehrmals
- Erdschlussrichtungserfassung (für gelöschte und isolierte Netze)
- Schalterversagerschutz
- Störfallprotokollierung mit Absolutzeit-Zuordnung und Millisekunden-Relativzeit der Einzelereignisse
- Störschreibung von vier Strömen mit Vorgeschichte.

In der Vergangenheit musste der Anwender für diese Funktionen verschiedene Geräte mit der entsprechenden Zwischenverdrahtung einsetzen. Dank der Digitaltechnik stehen heute Geräte zur Verfügung, welche die benötigten Funktionen gesamthaft in einem Einzelgerät bereitstellen, welches auch als komplette Einheit mit allen Zusatzfunktionen geprüft werden kann. Der grosse Platzgewinn gegenüber herkömmlichen Geräten und andere Vorteile sind offensichtlich (Bild 1).

## Digitale Schutztechnik

Alle Messungen, die bei klassischen elektromechanischen oder analog-elektronischen Schutzgeräten durch den Vergleich mit analogen Grenzwerten durchgeführt wurden, laufen in den neuen digitalen Geräten als reine Rechenoperationen ab. Nebst den bereits erwähnten Vorteilen eröffnet dies neue Möglichkeiten. Beim Distanzschutz, beispielsweise, kann nicht nur erkannt werden, ob ein Fehler pauschal innerhalb der eingesetzten Distanzzone liegt, sondern auch, ob er zum Beispiel am Anfang oder am Ende

dieser Zone gemessen wird. Davon kann zuverlässig für das Ende der Zone eine Mehrfachmessung abgeleitet werden. Außerdem werden die entsprechenden Daten zur Fehlerortung benutzt.

## Funktionsweise

Der prinzipielle Ablauf einer Messung in einem digitalen Schutzgerät im Zusammenhang mit dem Distanzschutz lässt sich wie folgt beschreiben: Alle analogen Eingangsgrößen (Ströme und Spannungen im Dreiphasensystem  $J_{L1}, J_{L2}, J_{L3}, J_N, U_{L1}, U_{L2}, U_{L3}, U_N$ ) werden einmal pro Millisekunde zeitgleich gemessen, digitalisiert und in einem Umlaufpuffer hinterlegt. Die Anregeprüfung – je nach Wahl auf Überstrom-, Unterimpedanz- oder Impedanzanregung – erkennt, ob sich im Netz ein Fehler befindet. Ist dies der Fall, laufen die entsprechenden Schutzfunktionen ab und die nötigen Befehle werden erteilt (Bild 2).

## Selbstüberwachung

Im störungsfreien Betrieb kann die Rechnerkapazität eines digitalen Gerätes genutzt werden, um eine weitgehende Selbstüberwa-

chung des Gerätes durchzuführen. Dabei wird nicht nur das Gerät selbst, sondern über Plausibilitätskontrollen der Eingangsgrößen auch die Strom- und Spannungswandler und deren Zuleitungen überwacht. Für den Anwender erhöht sich so die Verfügbarkeit der Schutzsysteme, und der Prüfaufwand kann drastisch reduziert werden (Bild 3).

## Freie Rangierbarkeit der Ein- und Ausgaben

Einen weiteren Vorteil der digitalen Verarbeitung stellt die freie Rangierbarkeit der Ein- und Ausgaben und der Anzeigen dar. Im beschriebenen Fall des Distanzschutzes (Bild 1) können beispielsweise zehn Binäreingaben, elf Melderelais, fünf AUS-Relais und sechzehn LED-Anzeigen mit anwenderspezifischen Informationen und Befehlen aus dem Geräteumfang belegt werden. Außerdem können mit einem Display Klartexte angezeigt werden, im störungsfreien Betrieb wählbare Messwerte, nach einer Netzstörung parametrierbare Einzelinformationen wie Fehlerort, Laufzeit usw. Damit ist der Anwender in der Lage, die Geräte individuell für seinen Einsatz bezüglich der Signalisierung

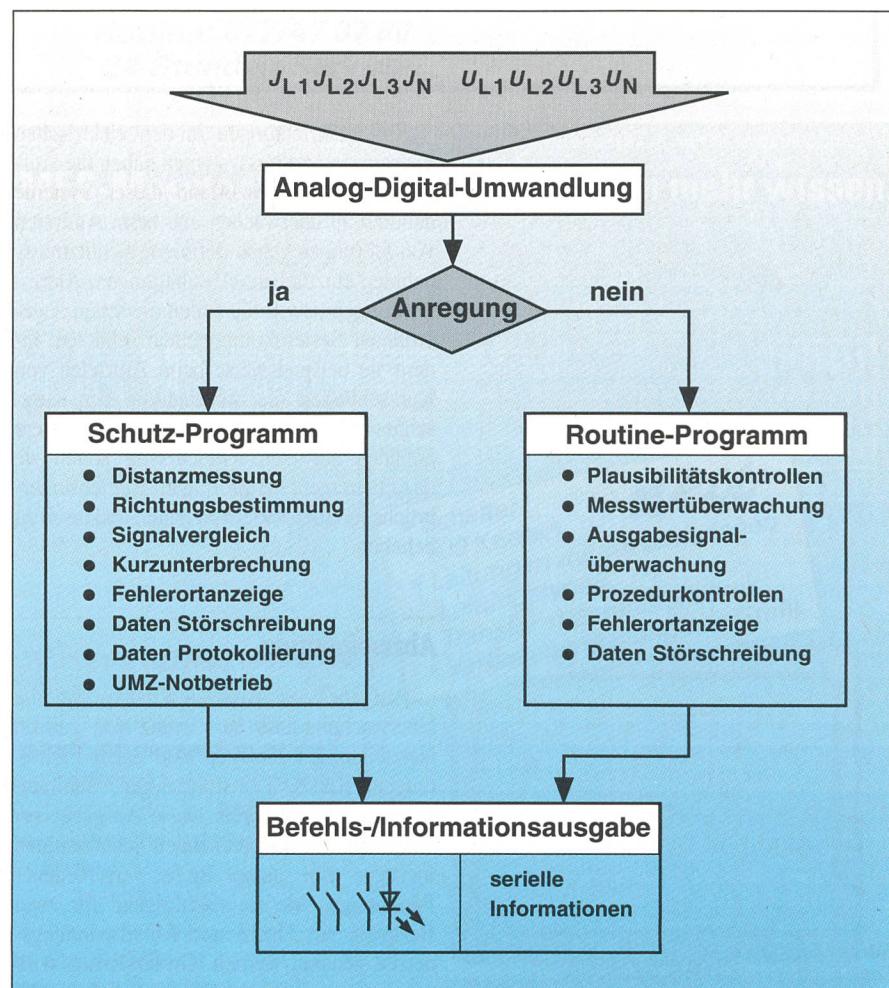


Bild 2 Prinzipielle Arbeitsweise eines digitalen Abzweigschutzes am Beispiel Distanzschutz

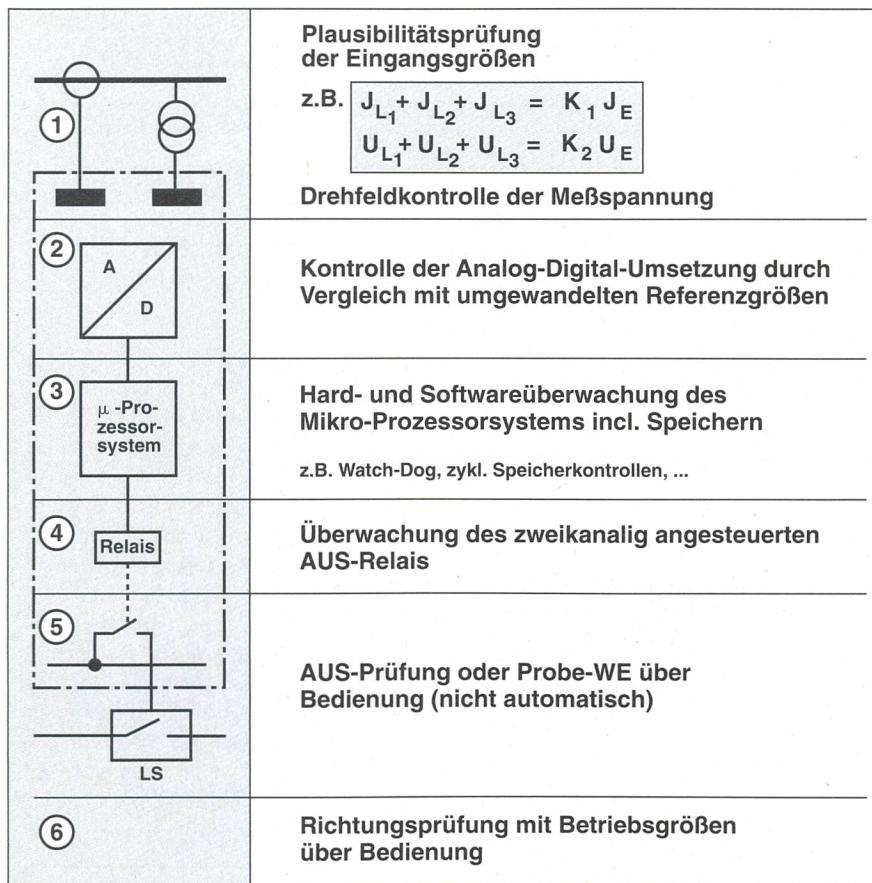


Bild 3 Überwachungskonzept eines digitalen Abzweigschutzgerätes

vor Ort und der Meldeverarbeitung zu optimieren. Alle Informationen können über eine serielle Schnittstelle zum Zentralgerät eines Schaltanlagenleitsystems oder einem Schutzzdatenzentralgerät per Lichtwellenleiter übermittelt werden. Damit entfallen dann in der Anlage alle parallelen Meldeverdrahtungen bezüglich Schutz. So ist die lückenlose Dokumentation der Schutzereignisse samt Störschreibung sichergestellt.

#### Einfachere Bedienung durch Digitaltechnik

Digitale Schutzgeräte können auf verschiedene Arten bedient werden. Üblicherweise werden entweder integrierte Bedieneinheiten mit Display am Gerät verwendet oder die Bedienung erfolgt mit PC/Laptop/Notebook über eine serielle Schnittstelle. Die integrierte Bedieneinheit bei den Geräten von Siemens (Bild 1) ermöglicht die Eingabe aller Einstellwerte und Rangierungen sowie das Auslesen aller Meldungen bedienergeführt in Einzelschritten. Durch den beschränkten Platz im Display müssen dabei Abkürzungen verwendet werden. Deutlich höheren Komfort bietet hier der PC. Mit einfach zu bedienenden Programmen können die Geräte übersichtlich parametriert und ausgelesen werden. Durch den grossen Funk-

tionsumfang und die individuellen Anpassungsmöglichkeiten an die Anlage ergibt sich zwangsläufig eine umfangreiche Anzahl von Parametern. Hier schafft eine EIN/AUS-Logik Abhilfe: Funktionsblöcke, die nicht benutzt werden, können ausgeschaltet werden, und damit erscheinen die entsprechen-

den Parameter weder im Bediengerät noch im PC-Programm. Die konsequente Nutzung der Rechnertechnik bietet hier neue Möglichkeiten zur Dokumentation und Archivierung von Schutzeinstellungen und Störungsdaten.

#### Detaillierte Störfallanalyse

Bei Netzstörungen bieten die Funktionen zum Auslesen der Störfallinformationen von digitalen Geräten die Möglichkeit einer detaillierten Störfallanalyse auch bei komplizierten Störungsabläufen. Neben der Möglichkeit, die während einer Netzstörung erzeugten Meldesignale auf Meldekontakte und auf Leuchtdioden zu rangieren, können die Störfallmeldungen in geräteinterne Speicher geschrieben werden. In den oben beschriebenen Geräten enthalten die drei internen Störfallspeicher jeweils die Informationen zu den drei letzten Netzstörungen. Dabei wird insbesondere auch der chronologische Ablauf der Störung mit genauer (1-ms-) Auflösung dargestellt.

Beim Einsatz der Siemens-Schutzgeräte in Verbindung mit einer Stationsleittechnik oder – bei Verzicht auf Leittechnikfunktionen – mit einem Schutzzdatenzentralgerät werden die Störfallinformationen über eine serielle Schnittstelle zum Zentralgerät übertragen. Die dort abgespeicherten Störfallinformationen können mit Hilfe des PC-Programms LSAMASS ausgewertet werden. Diese Auswertung kann auch über ein Telefonmodem erfolgen. Die Auswertung von Störfallinformationen über ein Zentralgerät bietet den Vorteil, dass die Informationen von allen Schutzgeräten einer Station zentral verfügbar sind und dass eine Zeitsynchronisation zwischen allen Geräten erfolgt. Zusätzlich zu den Störfallmeldungen ist in den Geräten eine Störschreibung verfügbar, die

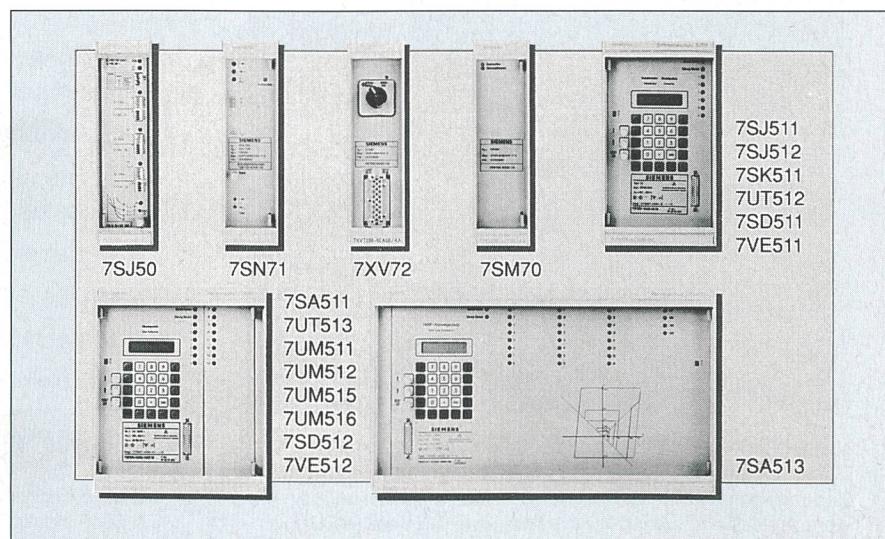


Bild 4 Komplette Gerätefamilie digitaler Schutzgeräte

entweder vor Ort mit dem Programm DIGSI oder in Verbindung mit einem Zentralgerät mit LSAMASS ausgewertet werden kann.

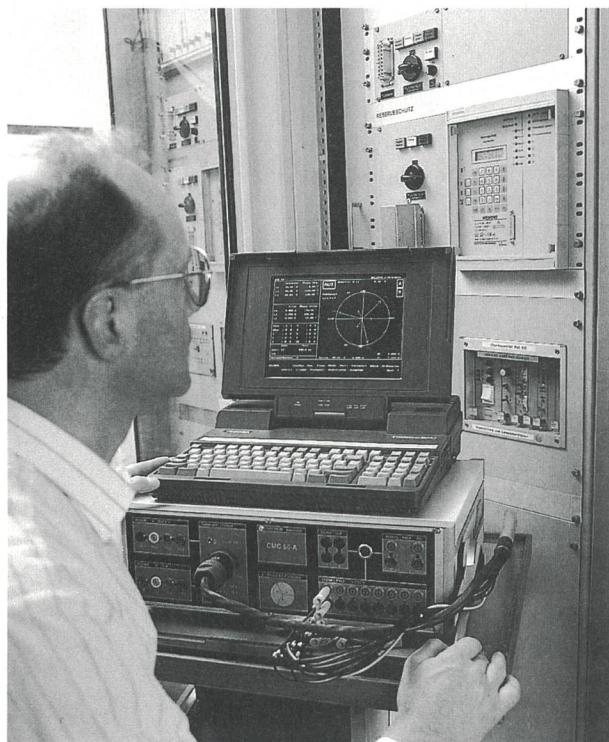
### Erfahrungen aus dem praktischen Einsatz

Digitale Abzweigschutzgeräte werden immer häufiger eingesetzt; allein von Siemens sind heute schon mehr als 10 000 Einheiten in allen Spannungsebenen im Einsatz. Die Betriebserfahrung mit der Digitaltechnik über nunmehr sechs Jahre ist positiv. Heute ist das komplette Spektrum der Schutztechnik vom Überstromzeitschutz über Distanzschutz und Differentialschutz für Leitungen und Transformatoren, vom Parallelschaltgerät über Generatorschutzgeräte bis zum Sammelschienenschutz in digitaler Technik verfügbar. Der Anwender hat damit die Möglichkeit, mit einer Hardware in einheitlichem Design und einheitlicher Bedienung komplettete Unterwerke auszurüsten (Bild 4). Die digitalen Schutzgeräte in Ein- und Aufbautechnik bieten sich ohne Einschränkungen ebenfalls als zukunftssicherer Ersatz von Geräten früherer Generationen an.

# Appareillages de protection numérique pour les réseaux de moyenne, de haute et de très haute tension

Grâce aux systèmes numériques, les dispositifs de protection de dérivation se miniaturisent tout en devenant plus performants et plus fiables

Pour assumer les différentes fonctions dans les anciens systèmes de protection, il fallait prévoir des appareils individuels encombrants et un câblage interne coûteux. Les systèmes numériques utilisés désormais dans les dispositifs de protection de dérivation permettent le développement d'appareils compacts intégrés (fig. 1) aux multiples fonctions, qui font leur entrée dans les réseaux de moyenne, de haute et de très haute tension. Toutes les mesures qu'on effectuait dans les appareils électromécaniques ou analogiques-électroniques classiques par comparaison avec des valeurs limites analogiques, se déroulent dans les nouveaux appareils numériques sous forme d'opérations purement arithmétiques (fig. 2). En fonctionnement sans perturbation, la capacité de calcul est utilisée pour une autosurveiller de l'appareil; en même temps sont surveillés, outre l'appareil lui-même, les transformateurs d'intensité et de tension et leurs conduites d'alimentation par le biais de contrôles de plausibilité des grandeurs d'entrées (fig. 3). Aujourd'hui, on dispose d'une palette complète de systèmes de protection en technique numérique, allant de la protection à maximum de courant à la protection des jeux de barres en passant par la protection de distance, la protection différentielle pour les conduites et transformateurs, les appareillages de commutation et les appareils de protection des alternateurs (fig. 4).



Vor-Ort-Prüfen von Distanzrelais: Individuelles Einstellen aller Spannungen und Ströme, Vorgeben von Fehlerimpedanzen in der Impedanzebene, Aufnehmen von Staffelplänen und Anregekennlinien, **Ausgeben transienter Signale (NEU!)**, ...

## Distanzschutz

## Überstromschutz

## Differentialschutz

## Überwachungsrelais

## Meßwertumformer

sicher, schnell und einfach geprüft mit CMC 56 - dem Preisträger<sup>\*</sup> der EVU-Prüftechnik:

- ▲ Spannungen und Ströme **dreiphasig**
- ▲ Leistungsstark, universell: dieselbe Hardware für alle Anwendungen
- ▲ Portabel: Gewicht **nur 15 kg!**
- ▲ Höchste Genauigkeit: < 0,1% Fehler
- ▲ Einfache Bedienung: bewährte Software

\*) Innovationspreis 1992

## OMICRON electronic

D-8995 Sigmarszell, Postfach 36, Tel. (08388) 1010  
A-6845 Hohenems, Ang.-Kauffm.-Str. 8, Tel. (05576) 4010-0