

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 51 (1960)
Heft: 9

Rubrik: Mitteilungen SEV

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: 21.02.2026

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

gramme d'affichage, qui permet d'aboutir à une certaine normalisation des essais. Les symboles employés s'apprennent très vite et sont en nombre réduit.

La fig. 7 représente un autre genre de machine à calculer analogique, cette machine dont nous avons déjà parlé sert à déterminer les vitesses critiques de rotation dans les arbres de turbines.

La fig. 8 représente le schéma électrique de base utilisé. Chacune des cellules qui a le caractère d'un filtre représente une tranche de l'arbre étudié. Là encore on trouve le caractère propre au calcul ana-

logique: on peut avec une grande rapidité changer les paramètres et en observer immédiatement le résultat.

Pour conclure nous croyons pouvoir dire que le calcul analogique qui a une technique très proche de la réalité, ne se caractérise pas, avec les moyens actuellement employés, par une très haute précision, mais a la grande qualité d'être très adaptable et d'être compréhensible sans formation spéciale à tous les techniciens.

Adresse de l'auteur:

P. Coroller, ing. dipl., S. A. Brown, Boveri et Cie., Baden (AG).

Diskussionsbeitrag

A. Berlowitz, Omni Ray AG, Zürich: Ich möchte auf eine Spezialmaschine aufmerksam machen, welche die Vorteile der beiden Verfahren, nämlich die einfache Programmierung des Analogrechners und die hohe Genauigkeit des Digitalrechners weitgehend in sich vereinigt. Es handelt sich um den sog. digitalen Differential-Analysator (Digital Differential Analyzer), kurz DDA.

Zum Unterschied von den bekannten digitalen Mehrzweckrechnern ist der DDA eine digitale Spezialmaschine zur Integration von Differentialgleichungen, zur Simulation von wirklichen Systemen, zur Erzeugung von Funktionen, ähnlich wie ein Analogrechner. Er wird auch ähnlich wie ein solcher an Hand eines Rechen-Schalschemas programmiert, rechnet aber digital und mit digitaler Genauigkeit. Ein grundlegender Unterschied zum Analogrechner ist aber, dass der DDA nicht an die Zeit als unabhängige Variable x gebunden ist, bei der nur positive Inkremente $dx = dt$ möglich sind. Er kann mit positiven und negativen dx arbeiten und sogar auch mit $dx = 0$. Es liegt auf der Hand, dass sein Anwendungsbereich deshalb grösser ist als der des elektronischen Analogrechners. Er hat in dieser Beziehung eher Ähnlichkeit mit gewissen mechanischen Analogierechnern.



Fig. 1

Ansicht eines Digital Differential Analyzers (DDA)

Fig. 1 zeigt eine solche DDA-Anlage. Hier ist ein DDA in der Form verwirklicht, dass ein Mehrzweck-Magnettrommelmischer, der Bendix G-15-Computer durch ein Zusatzgerät in einem DDA verwandelt wird. Man sieht den G-15-Rechner, das Zusatzgerät, die Schreibmaschine, die zur Grundausstattung des G-15 gehört und den Kurvenzeichner. Die Programmierung geschieht nicht durch Steckverbindungen, Kontakte oder ähnliches, sondern über die Schreibmaschine. Die Resultate können sowohl als Tabelle als auch in Kurvenform, und zwar wenn gewünscht gleichzeitig, erhalten werden.

Beim DDA ist wie beim Analogierechner das Grundelement der Integrator. Die 108 Integratoren des Bendix-DDA sind aus Speicherzellen auf der Magnettrommel des G-15-Rech-

ners aufgebaut. Die logischen Stromkreise, die die Verbindungen zwischen den einzelnen Integratoren bilden, befinden sich im DDA-Zusatzgerät.

Fig. 2 soll einen Begriff von der Arbeitsweise eines Integrators in einem DDA geben. Er hat im Gegensatz zum Integrator des Analogierechners nicht nur einen, sondern zwei Eingänge, und zwar für die Differentiale dy und dx , und einen Ausgang für dz . Er besteht aus 2 Registern, die mit y und R bezeichnet sind. Schon die Darstellung weist darauf hin, dass der DDA nicht mit Funktionen, sondern mit differentiellen Inkrementen arbeitet. Daher eben der Name: Digitaler Differential-Analysator. Im y -Register werden die y -Werte algebraisch unter Berücksichtigung des Vorzeichens aus den dy -Inkrementen, die von mehreren anderen Integratoren herkommen können, akkumuliert. Wenn nun ein dx -Inkrement, das ebenfalls mit einem Vorzeichen behaftet ist, an das logische Mal-Gatter kommt, dann wird der Inhalt des y -Registers in das R -Register übertragen und dort mit dem richtigen Vorzeichen von $y \cdot dx$ zu dem bereits vorhandenen Inhalt des

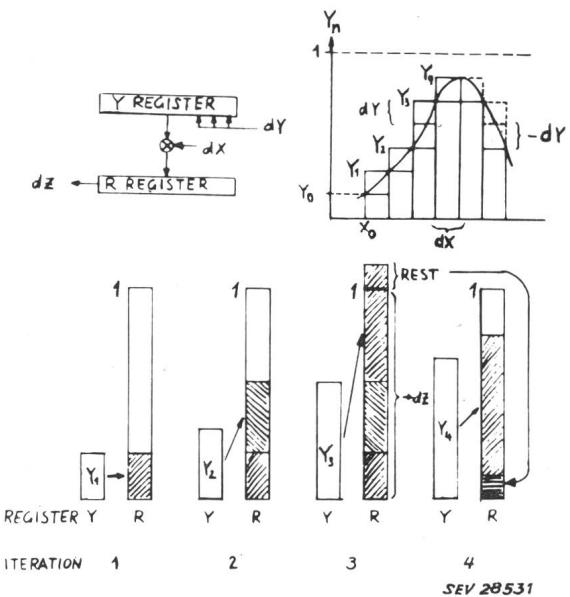


Fig. 2
Integrator des DDA

R -Registers hinzugefügt. Das R -Register ist so eingerichtet, dass es nur Zahlen bis zur Grösse 1 aufnehmen kann. Man muss sich also vorstellen, dass der Binär-Punkt, der dem Dezimalpunkt entspricht, ganz links am Register sitzt, so dass alle Zahlen im Register kleiner als 1 sind, höchstens 0,9999... Wenn nun das Register voll wird, d.h. sein Inhalt überschreitet den Wert +1 oder -1, gibt es einen Überlauf, der bewirkt, dass ein Impuls abgegeben wird. Dieser abgegebene Impuls bedeutet eine Einheit des Flächenzuwachses dz . Er kann positiv oder negativ sein. Dieser Ausgangsimpuls dz des R -Registers kann nun einem oder mehreren anderen Integratoren als dy oder als dx zugeführt werden. Wenn die Funk-

tion z von x gebildet werden soll, dann werden alle dz , die aus einem Integrator stammen, in einen weiteren Integrator akkumuliert, und der Inhalt dieses Integrators ist dann der Wert z . Die Vielseitigkeit des DDA erweist sich auch noch darin, dass die Integratoren nicht nur in der beschriebenen Form, sondern auch als Entscheidungselemente arbeiten können.

In diesem Fall gibt der Integrator ein dz ab, wenn der Inhalt des y -Registers von Null verschieden ist und wenn ein dx -Eingang erfolgt. Mit dieser Schaltung können Unstetigkeiten in Funktionen behandelt werden. Beispielsweise können zwei Entscheidungs-Operatoren eine Sägezahn-Funktion erzeugen.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Explosion d'un chauffe-eau à accumulation

644.623-83.004.6

Une nuit de décembre, vers les 3 h 45, tout un quartier de la ville de Payerne fut ébranlé par une formidable déflagration.

Que s'était-il produit? C'était tout simplement un chauffe-eau à accumulation d'une capacité de 125 l qui, surchauffé, venait d'explorer telle une véritable machine à vapeur. Le souffle de l'explosion arracha trois grandes portes de garage qui furent projetées, comme des fétus de paille, de l'autre côté de la rue (fig. 1). Il s'en fallut de peu qu'une catastrophe ne survint, en effet, le réservoir de ce chauffe-eau, complètement développé, faucha un galandage et balaya un local dans lequel se trouvaient réunies, la veille au soir de l'explosion, une vingtaine de personnes (fig. 2).

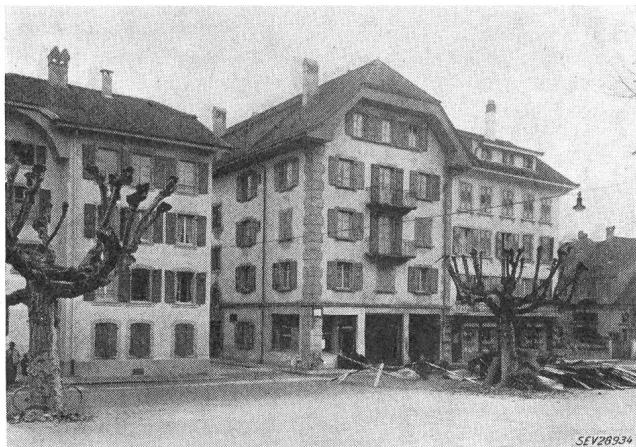


Fig. 1

Le bâtiment, dans lequel était installé au rez-de-chaussée le chauffe-eau électrique

Deux portes de garage ont été arrachées et deux vitrines éventrées

L'expertise technique releva que le propriétaire de l'immeuble avait acheté ce chauffe-eau d'occasion, l'avait fait «rezinguer» puis, installer par un appareilleur sanitaire autorisé. Le propriétaire exigea en outre de l'appareilleur, en plus du groupe de sécurité prescrit, la pose d'un robinet d'arrêt supplémentaire, d'occasion également, entre la soupape de sûreté et le chauffe-eau, afin de pouvoir, en cas de nécessité, faire des réparations sur ce dernier sans être obligé pour cela de couper l'eau dans le reste de l'installation.

Un concessionnaire électricien avait ensuite été demandé pour raccorder le dit chauffe-eau au réseau électrique. Cet électricien fit son raccordement sans contrôler si le groupe de sécurité était posé selon les prescriptions de l'ASE.

Ce chauffe-eau était équipé d'un limiteur de température qui comprenait un double interrupteur à mercure. On connaît les défauts de ce système, à savoir:

- le desserrage des brides de fixation des tubes de verre renfermant le mercure, permet un déplacement des tubes, d'où interruption intermittente du circuit.
- les tubes de verre fêlés laissent entrer de l'air qui a pour effet de gêner la rupture du circuit.
- la volatilisation du mercure qui se dépose sur la paroi interne des tubes de verre a tendance à maintenir un arc entre les contacts de l'interrupteur.
- le déséquilibre entre les deux tubes de verre, comme l'indique la fig. 3, permet le maintien d'un circuit sur deux.

— les tubes de verre coincés par les connexions isolées avec des perles sont empêchés de basculer et d'ouvrir les circuits.

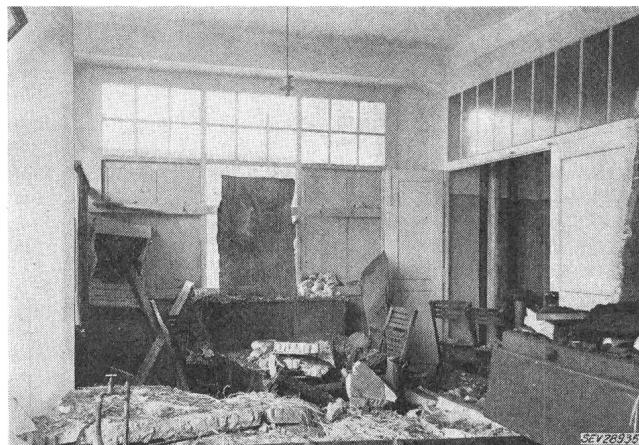


Fig. 2
Le réservoir du chauffe-eau complètement développé et le galandage qu'il faucha

A la suite du non-fonctionnement du limiteur de température, l'eau du chauffe-eau monta au-dessus de 100 °C. Le robinet d'arrêt supplémentaire présentait une usure qui, dans la position ouverte, empêchait le clapet de rester suspendu à sa

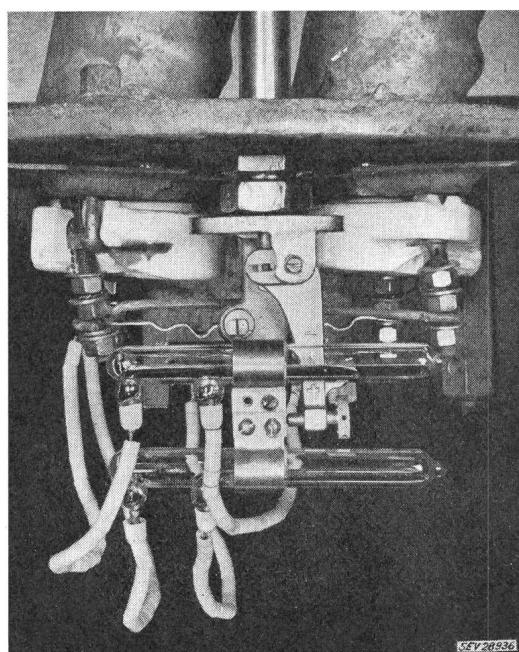


Fig. 3
Double interrupteur à mercure semblable à celui monté sur le chauffe-eau

tige. La dilatation de l'eau chaude qui, pour un réservoir d'une capacité de 125 l, rappelons-le, est de 3,75 l environ, avec une différence de 75 °C, plaque sur son siège, le clapet de ce robinet usé et défectueux qui fonctionna alors comme un véritable clapet de retenue.

Placé entre le chauffe-eau et la soupape de sûreté, il empêcha donc l'eau dilatée de s'écouler par la soupape et permit ainsi à la pression du chauffe-eau de devenir supérieure à celle de l'arrivée d'eau froide, limitée à 3,8 kg/cm² par le réducteur de pression. Comme de l'eau chaude avait été consommée entretemps, en partie sous forme de vapeur (selon plusieurs témoins), un vide se forma dans le réservoir qui permit à la vapeur surchauffée de s'accumuler, et à la pression de monter dangereusement jusqu'au moment où les tôles du réservoir se déchirèrent à proximité des jointures. A cet endroit, l'épaisseur du métal était à peine de 0,5 mm, parce que fortement attaquée par l'oxydation et les acides du décapage qui précédèrent le «rezingage» (fig. 4).



Fig. 4
Les tôles du chauffe-eau déchirées aux jointures

L'appareil fut renvoyé en tribunal pour avoir provoqué une explosion par négligence. Il fut condamné au 4/5 des frais. Il n'avait pas respecté les «Directives pour l'établissement d'installations d'eau», éditées par la Société suisse de l'Industrie du gaz et des eaux, article 28, chiffre 4, qui dit entre autres: «Il est interdit de placer un robinet entre la soupape de sûreté et le boîtier.»

L'installateur électrique fut renvoyé en tribunal pour les mêmes motifs. Il n'avait pas observé les «Directives concernant la construction et l'installation des appareils de chauffage électrique» de la Publ. n° 102 de l'ASE, chiffre 9, qui dit entre autres: «Lorsque, par suite de leur raccordement à une conduite d'eau sous pression, les chauffe-eau comportent des appareils de sécurité, tels que réducteur de pression, clapet de retenue et soupape de sûreté, celle-ci sera également montée du côté eau froide». Ce texte indique explicitement de quelle manière doit être monté le groupe de sécurité d'un chauffe-eau raccordé à une conduite d'eau sous pression.

Dans cette curieuse affaire, il est un point intéressant à retenir: Lors de la pose d'un chauffe-eau électrique par un appareil sanitaire, c'est tout de même le concessionnaire électrique, chargé du raccordement de l'appareil au réseau électrique, qui est responsable du bon fonctionnement de l'appareil. Il a l'obligation de s'assurer que le groupe de sécurité est bien monté selon les «Directives» susmentionnées.

S. Mange

Schaltprobleme und Betriebserfahrungen mit I_s -Begrenzern

621.316.923

[Nach P. Briickner: Schaltprobleme und Betriebserfahrungen mit I_s -Begrenzern. ETZ-B Bd. 11(1959), Nr. 3, S. 65...69]

Es sind schon verschiedene Arten von Schaltgeräten entwickelt worden, bei denen die Kontaktöffnungszeiten auf etwa 0,2 ms heruntergedrückt werden konnten. Bei grossen Strömen wird dann in üblicher Weise der über die Hauptkontakte fließende Strom entweder auf einen Folgekontakt oder auf eine andere Löschvorrichtung kommutiert. Wenn extrem

kurze Abschaltzeiten gefordert werden, so reicht aber bei den früheren Systemen die beim Öffnen der Kontakte entstehende Lichtbogenspannung nicht aus, um die Kommutation einwandfrei zu bewirken.

Dieser Nachteil kann bei den sog. I_s -Begrenzern vermieden werden. Fig. 1 zeigt eine solche Ausführung, bei der eine den Hauptstrom führende Brücke 1 in weniger als 0,1 μ s nach dem Auslöseimpuls zersprengt wird und die an der Trennstelle entstehende Lichtbogenspannung den Strom augenblicklich auf die parallel geschaltete Löscheinrichtung kommutiert. Im vorliegenden Fall besteht diese Löscheinrichtung aus einer Schmelzsicherung, die so bemessen ist, dass der Abschaltvorgang beginnt, sobald die Sprengbrücke die notwendige Sperrfestigkeit erreicht hat. Je nach den gewählten Abmessungen kann nach 400 μ s die Sperrfestigkeit bis 30 kV betragen. Um kurze Kommutierungszeiten zu erhalten, müssen die Lichtbogendauer an der Sprengbrücke sehr klein und die Lichtbogenspannung hoch sein, wobei gleichzeitig der Wirk- und induktive Widerstand des Löschvorrichtungskreises möglichst niedrig sein sollen. Um gleich zu Beginn eine hohe Lichtbogenspannung an der Schmelzsicherung zu erhalten, weist deren Schmelzleiter im mittleren Teil einen konstanten Querschnitt auf, der gegen die beiden Enden hin so zunimmt, dass während des gesamten Abschaltvorganges die Lichtbogenspannung praktisch konstant bleibt.

Versuche zeigten, dass die Länge des Mittelstückes bei 10 kV Wechselspannung mit 350 mm zu wählen ist und bei Schmelzzeiten von etwa 0,5 ms der höchste vorkommende Spannungsabfall am Silber-Schmelzleiter etwa 16 V pro kV Betriebsspannung beträgt. Diese Spannung muss an der Unterbrechungsstelle der Sprengbrücke auftreten, damit der Strom sicher auf den Schmelzleiter kommutiert wird.

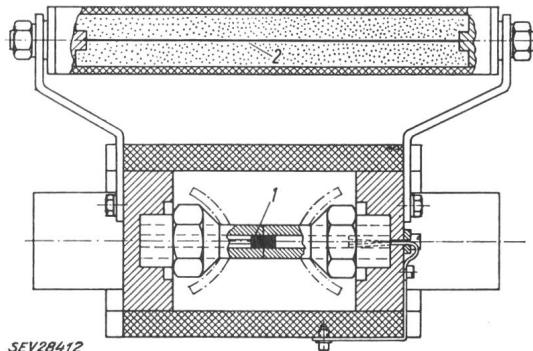


Fig. 1
Schnitt durch einen I_s -Begrenzer
1 Sprengbrücke; 2 Löscheinrichtung

In einer Stromrichteranlage sind mit einem I_s -Begrenzer, ohne parallel geschaltete Löscheinrichtung, die Lichtbogenspannungen bei 3 kA Laststrom gemessen worden; 15 μ s nach der mechanischen Trennung der Sprengbrücke wurden 450 V erreicht. Die bei der Sprengung auftretenden Gase bewirken eine energische Beblasung des Lichtbogens; sowohl der Anstieg als auch die Höhe der Spannung sind, außer von den Abmessungen der Sprengbrücke selbst, von der Grösse der Sprenghladung und des Raumes abhängig.

Schon seit mehreren Jahren sind I_s -Begrenzer als Schutz gegen Rückstrom und Überlast in Stromrichteranlagen verwendet worden. Fig. 2 zeigt das dreiphasige Prinzipschaltbild einer solchen Einrichtung. Zwischen Transformator und Anode ist pro Polleiter ein I_s -Begrenzer 1 mit Auslöse-Drosselspule 2 geschaltet. Bei Rückzündung wird die vormagnetisierte Drosselspule ummagnetisiert und bewirkt einen Spannungsimpuls, der die Dreielektroden-Funkenstrecke 3 zum Ansprechen bringt, über die dann ein Stromstoß aus dem Kondensator zur Sprengkapsel des I_s -Begrenzers fliesst und diese zündet. Die rückzündende Anode wird dadurch sofort abgeschaltet.

In einer derartigen Anlage eines Aluminiumwerkes, bei der 8 Gleichrichter zu je 5 kA parallel arbeiten, sind Rückzündungen künstlich hervorgerufen worden. Der Rückstrom, der ohne I_s -Begrenzer auf 35 kA gestiegen wäre, erreichte nur 2,9 kA, und der Gleichrichter arbeitete nach der Abschaltung des gestörten Kreises einwandfrei mit reduzierter Anodenanzahl weiter.

In einem andern Aluminiumwerk mit parallel arbeitenden Generatoren und Quecksilber-Gleichrichtern sind I_s -Begrenzer ebenfalls mit Erfolg als Rückstromschutz verwendet worden. Bei einem Gesamtlaststrom von ca. 67 kA lieferte ein Gleichrichter, bei dem eine Rückzündung künstlich hervorgerufen wurde, 4,5 kA Betriebsstrom. Der Rückstrom in diesem Speizezweig wurde vom I_s -Begrenzer auf 2,8 kA limitiert, und der Gesamtbetrieb blieb dank der schnellen Abschaltung praktisch unbeeinflusst.

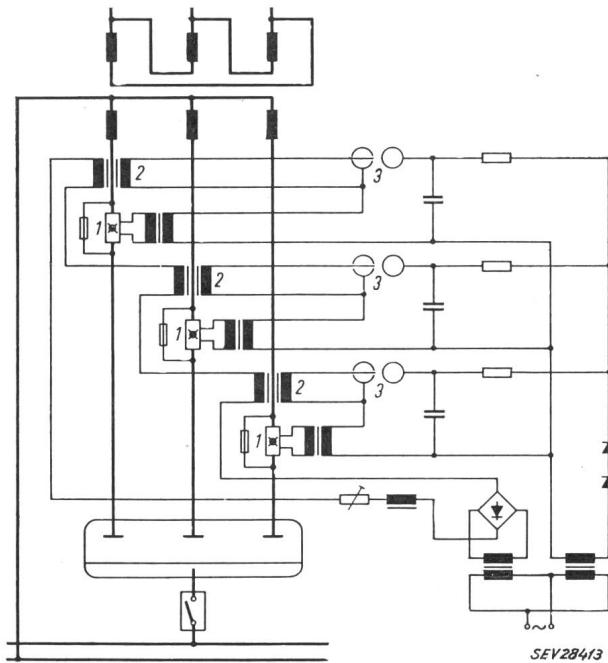


Fig. 2

Grundschaltbild des Schutzes eines Gleichrichters gegen Rückstrom durch Einbau von I_s -Begrenzern in die Anodenleitungen

1 I_s -Begrenzer; 2 Auslösedrosselspulen; 3 Funkenstrecken

In mehreren Kontaktumformer-Anlagen haben sich I_s -Begrenzer sehr bewährt. Wenn durch Störung ein Kontaktgleichrichter ausfällt, so werden die übrigen parallel arbeitenden Stromrichter nur insoweit beeinflusst, als sie den Lastanteil des abgeschalteten Gleichrichters übernehmen müssen.

Wenn in solchen Anlagen zusätzlich Generatoren mit Kontaktumformern parallel arbeiten, so können I_s -Begrenzer auch als Generatorenschutz vorgesehen werden. Ein gestörter Umformer wird automatisch kurzgeschlossen, wobei dann die übrigen Umformer und die Generatoren auf diesen Kurzschlusskreis arbeiten. Die Generatoren werden erst abgeschaltet, wenn der eingestellte Überstromwert überschritten wird.

Ein besonderer Vorteil der I_s -Begrenzer liegt in der Möglichkeit, deren eigene Schaltüberspannungen ebenfalls zu begrenzen, so dass Kommutatorstörungen vermieden werden können, im Gegensatz zu den üblichen Schaltgeräten, wo beim schnellen Abschalten von grossen Gleichströmen auch hohe Lichtbogenspannungen, d.h. unerwünschte Schaltüberspannungen auftreten.

A. Haefelfinger

Kurznachrichten über die Atomenergie

621.039.4

Die gegenwärtig in Bern projektierten Grossschutzzräume, die als Werk- und Lagerräume verwendet werden könnten, müssen mit Wärme, Licht und mit motorischer Kraft auch im Krieg sicher benutzt werden können. Die dazu notwen-

digen grossen Energien führten zur Prüfung der Möglichkeit, im Bereich des Bahnhofes der SBB ein unterirdisches Atomheizkraftwerk zu projektieren.

Der Reaktor ist für eine Leistung von 50 MW geplant. Davon sollten 30 MW als Wärme in Form von Heisswasser mit 140 °C abgegeben werden können. Die nichtbenützte Wärme würde in einer 14-MW-Turbogeneratorgruppe verwertet. Der Preis der elektrischen Energie liegt bei 10 Rp./kWh. Diese relativ hohen Kosten wären nur im Hinblick auf das öffentliche Interesse und die mit der Atom-Anlage zusammenhängenden Ausbildungsmöglichkeiten zu verantworten.

Die Kommission des Euratom erhielt Mitte Januar 1960 eine Absage der Arbeitsgemeinschaft Kernkraftwerk Stuttgart, betreffend den Bau eines Atomkraftwerkes von 150 MW mit einem organisch moderierten und gekühlten Reaktor, trotzdem das Atomministerium Westdeutschlands sich zur Übernahme von 50 % der Betriebskosten bis zu einer Summe von 100 Millionen DM bereit erklärt hat. Dazu werden als Gründe aufgeführt, dass die klassischen Energiekosten eine sinkende Tendenz aufweisen, wogegen die Energiekosten aus der Kernspaltung rund 25 % teurer zu stehen kommen. Der organische Reaktor ist nach Ansicht der Arbeitsgemeinschaft noch nicht erprobt, was außer den Verlusten von mehreren Millionen DM aus den höheren Erzeugungskosten der Energie teure Betriebsunterbrüche mit sich bringen muss. Alles in allem werden die wirtschaftlichen Risiken als zu hoch erachtet.

Die Euratom-Kommission befürchtet nun, dass die USA ihr Interesse am Euratom-Vertrag verlieren könnte, um so mehr, als im Rahmen dieses Vertrages bis jetzt nur ein italienisches und ein franco-belgisches Projekt zur Ausführung kommen. Es wird daher seitens der Kommission alles unternommen, das deutsche Projekt zu retten, wenn nötig durch höhere Risikohaftung des Bundes.

Der Bau britischer Atomkraftwerke weist bereits einen Rückstand von 12...18 Monaten gegenüber dem Bauprogramm auf. Anhaltende Streiks infolge Lohnforderungen seitens der Spezial-Schweißer sowie der Radiographen sind in der Haupt-sache für diese Verzögerung verantwortlich.

In Vinča (Jugoslawien) ist am 15. Oktober 1958 ein Nullenergiereaktor für kurze Zeit durchgegangen. Dabei wirkten auf einige Personen unzulässig grosse Strahlmengen ein. Die Verunfallten wurden am Pariser Hôpital Curie einer neuartigen medizinischen Behandlung unterzogen.

Um die empfangene Strahlendosis der Verunfallten genau feststellen zu können, stellte die jugoslawische Regierung den Reaktor einer Expertengruppe der Internationalen Atomenergie Organisation (IAEO) zur Verfügung. Diese wird die nötigen dosimetrischen Experimente durchführen. Dazu wird der Reaktor, nach kleineren Abänderungen, in den kritischen Zustand versetzt und während 4 h mit einer Leistung von 5 W, nachher 1 h lang mit einer solchen von 500 W betrieben.

Nach Abschluss der Experimente wird der Reaktor wieder in seinen Originalzustand gebracht werden.

Die IAEO beabsichtigt, mit Hilfe einer Expertengruppe leicht verständliche und allgemein zugängliche Empfehlungen für die Betriebssicherheit von Forschungsreaktoren ausarbeiten zu lassen. Grund dazu bietet die grosse Anzahl von Forschungsreaktoren, welche im Laufe der Jahre in verschiedenen Teilen der Welt erstellt wurde. Die Empfehlungen sollen es solchen Ländern, die noch zu wenig oder keine Erfahrung auf dem Gebiet der Betriebssicherheit besitzen, ermöglichen, den beträchtlichen Erfahrungsschatz anderer Länder zu verwenden.

Schi.