

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 55 (1964)
Heft: 25

Rubrik: Energie-Erzeugung und -Verteilung : die Seiten des VSE

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: 03.04.2026

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Fehlerstromschutzschalter

Bericht über die 27. Diskussionsversammlung des VSE vom 19. November 1963 in Zürich
und vom 26. November 1963 in Lausanne

(Fortsetzung aus Nr. 10, Seite 107)

Zusammenfassung der Diskussionsbeiträge der Versammlung in Lausanne

M. Bodier, Direction de la Distribution der Electricité de France (EdF), Paris

Die Vorträge und Berichte von heute morgen waren für mich sehr interessant; einzelne Fragen waren für mich auch ganz neu. In Frankreich wurden bis jetzt 5...6 Millionen Schutzschalter eingebaut, wir nennen sie «disjoncteurs différentiels (Differential-Schutzschalter).

Abschaltzeit

Bevor ich auf den FI-Schutzschalter näher eintrete, möchte ich noch eine Bemerkung zur Abschaltzeit machen, da ich mich einige Zeit mit dem Problem der Elektrophysiologie beschäftigt habe. Es wurde heute von der Möglichkeit gesprochen, das Herzkammerflimmern, das auftreten kann, sobald der menschliche Körper industriellen Spannungen von 380/220 V ausgesetzt ist, zu vermeiden. Man betrachtet hierzu eine Abschaltung innerhalb von 0,1 s als genügend. Wir rechnen in der Regel mit minimalen Widerständen des menschlichen Körpers (ca. 2000 Ω), die sich aber unter ungünstigen Umständen bedeutend unter den üblichen Werten befinden können.

Bei einer Person, die total in Wasser eingetaucht ist (z. B. im Bad) beträgt der ohmsche Widerstand nur ungefähr 200 Ω , sodass sich bei 220 V ein Strom in der Grössenordnung von 1 A ergibt. Dieser Wert ist abnormal hoch: wir sind deshalb der Überzeugung, dass der Strom innert ca. 0,03 s unterbrochen werden sollte. Dies ergibt sich aus unseren Erfahrungen mit tödlichen elektrischen Unfällen. Leider können wir keine Experimente mit Menschen machen. Wir sind deshalb mehr oder weniger auf Hypothesen angewiesen. Die Physiologen nehmen an, dass es für jedes Lebewesen eine charakteristische Empfindlichkeit gegen Elektrizität gibt, die meistens erst a posteriori aus den Umständen, unter denen ein elektrischer Unfall erfolgte, rekonstruiert werden kann.

Man ist also auf die Untersuchungen an Tieren angewiesen: auch aus diesen hat sich ergeben, dass die Abschaltzeit 0,03 s nicht übersteigen darf, falls der Tod vermieden werden soll. Diese kritische Abschaltzeit ist ein wichtiger Parameter für die Eigenschaft des FI-Schalters mit sehr hoher Empfindlichkeit (DDHS-Schalter), den wir in Zukunft provisorisch für den Personenschutz einzusetzen gedenken. Es ist heute technisch möglich, mit schwereren und grösseren Apparaten

Abschaltzeiten in der Grössenordnung von 0,05 s oder 0,06 s zu erreichen. Die Zeit von 0,1 s ist die offizielle Zahl der CEE (Internationale Kommission für Regeln zur Begutachtung Elektrotechnischer Erzeugnisse); ich glaube aber, dass sie heute durch die technischen Möglichkeiten überholt ist.

FU-Schutzschalter

Es wurde darüber gesprochen, dass die *FU-Schutzschalter* ein Spannungsrelais von grosser Impedanz enthalten. Die Grundidee für die Konstruktion eines Spannungsrelais' und damit des FU-Schalters war die, ein Voltmeter zu bauen, das Abschaltungen vornehmen kann. Aber dieses Voltmeter grosser Impedanz hat viele Nachteile: Man hat festgestellt, dass einige Apparate (wie z. B. die Kochherde) mit relativ grossen Ableitströmen, jene Spannungsrelais zum Abschalten bringen, die zu kleine Ansprechströme haben. Es war also unumgänglich, Relais mit kleinerer Impedanz zu konstruieren; in diesem Zusammenhang ergab sich auch die Notwendigkeit kleinerer Erdungswiderstände. Es ist nun offensichtlich, dass aus einem Spannungsrelais, das einen relativ hohen Ableitstrom durchlässt, ein Stromrelais wird. Ich habe diese kleine Parallele gezogen, um zu zeigen, dass die gleichen Ableitströme, die sich bei den FI-Schaltern und den Ringstromwandlern als hinderlich erweisen, auch bei den FU-Schutzschaltern Schwierigkeiten bereiten, und zwar in grösserer Masse.

Entwicklung in Frankreich

Im Jahre 1950/1951 hat die EdF sich entschlossen, mit Rücksicht auf den Übergang von 127 V auf 220 V, bei allen Neuanschlüssen und Neuabonnenten die Installationen mit zwei Drähten auszuführen. Da die Zähler nur einen Stromkreis haben, wurde aus Furcht vor Stromdiebstählen, die eigentlich unbegründet war, eine Kontrollapparatur angebracht: dazu kam noch die Möglichkeit der Phasenverwechslung, der begegnet werden sollte: dies alles führte schliesslich zum FI-Schutzschalter. Da dieser Schalter am Anfang die Aufgabe hatte, nur sehr grobe Stromdiebstähle aufzudecken, dachte man noch nicht an eine sehr grosse Empfindlichkeit. Diese betrug zuerst einen Bruchteil des Nennstromes (Prozent-FI-Schalter); in der Folge legte man bestimmte Werte fest und gelangte zu den Schaltern, deren Empfindlichkeit zwischen 1 und 2 A reguliert werden kann. Im Jahre 1953, als die Technik der FI-Schutzschalter sich

schon gefestigt hatte, dachte man daran, sie auch für andere Zwecke zu verwenden. Schliesslich war es diese zweite Verwendungsart, die grösste Bedeutung erlangte; man darf hier feststellen, dass in Frankreich auf dem Gebiete des Personenschutzes nicht planmässig vorgegangen wurde. Es gab damals bei uns Vorschriften, die nicht allzu schlecht waren, da sich nicht übermässig viele Unfälle ereigneten; obwohl diese Normen von Elektrikern geschrieben worden waren, enthielten sie noch nichts von einer Schleifen-Impedanz, von Spannungsschwankungen auf Seite des Nulleiters usw., da man die Schutzerdung eingeführt hatten. Demgegenüber kam die Nullung, die an vielen Orten in der Schweiz, fast allgemein in Deutschland, Schweden und andern Ländern angewendet wird, in Frankreich mit Ausnahme von Strassbourg und einigen Städten nicht in Frage; die Netze wurden auch nicht für die Nullung projektiert. Der Nulleiter war in den Transformatorstationen und in ländlichen Gebieten an vielen Punkten des Freileitungsnetzes an Erde gelegt. Bei der Aufstellung neuer Regeln ergab es sich, dass der FI-Schutzschalter mittlerer Empfindlichkeit (d. h. für 200, 300, 400 und 500 mA) das einzig mögliche und wirtschaftlich realisierbare System war, das einen Personenschutz gewährleisten würde, wenn eine Masse (Gehäuse von Motoren, Waschmaschinen, Kochherden, Bohrmaschinen etc.) zufällig unter Spannung geraten sollten. Das führte zu einer vermehrten Verwendung der FI-Schutzschalter durch die *Electricité de France*.

Ich muss noch bemerken, dass die in Frankreich seit Beginn des Jahres 1951 montierten Apparate *gleichzeitig* mit der Schutzfunktion auch die Abschaltung bei abnormalen Überströmen vornehmen, wie sie z. B. bei Kurzschlüssen entstehen können. Heute ist diese doppelte Funktion der Schalter verallgemeinert und durch eine ministerielle Verordnung vorgeschrieben. So sind jetzt alle in Frankreich benutzten zweipoligen Schalter, von denen jedes Jahr 1,5 Millionen Stück fabriziert werden, zugleich auch FI-Schutzschalter.

Am 14. November 1962 kam das neue *Gesetz über den Schutz der Arbeiter* heraus; es betrifft die Belegschaften aller Betriebe, die dem Arbeitsministerium unterstehen. Man strebte aus verständlichen Gründen eine gewisse Koordination der verschiedenen Schutzmassnahmen an. Das neue Gesetz liess uns die Wahl zwischen der Nullung, der einfachen Erdung und der Unterbrechung des Stromkreises durch einen FU-Schalter; ferner gab es noch Schutzmassnahmen für den Fall an, dass der Nulleiter isoliert oder über eine Impedanz mit Erde verbunden ist. Die Abonnenten der *Electricité de France* besitzen durchwegs Installationen mit geerdetem Nulleiter; aus diesem Grunde fallen schon zwei der erwähnten Schutzmassnahmen aus. Es war auch aus finanziellen Gründen für uns undenkbar, auf die Nullung überzugehen. Bei der Untersuchung der *Elektrounfälle* über einen Zeitraum von 10 Jahren stiess man ferner auf die Tatsache, dass nur 30 % aller Todesfälle dadurch entstanden, dass ein Apparategehäuse zufällig unter Spannung geriet; 70 % aller Fälle wurden durch blanke Drähte oder durch Gehäuse verursacht, die nicht geerdet werden konnten oder üblicherweise nicht geerdet wurden (wie z. B. bei Leuchtern). Ende 1959 legte uns ein französischer Konstrukteur einen FI-Schutzschalter mit 40, 15 und 10 mA Empfindlichkeit vor: obwohl uns dieser Schalter zuerst äusserst zart und gebrechlich zu sein schien, interessierten wir uns doch für

ihn, da wir hofften, es würde uns in der Folge gelingen, die Zahl der tödlichen elektrischen Unfälle zu senken.

Aus meinen eigenen Untersuchungen geht klar hervor, dass mit Ausnahme der Elektrounfälle, die sich vor dem Zähler ereigneten, alle im Schutzbereich des hochempfindlichen Schalters gelegen hatten. Wie Herr *Pouard* gesagt hat, setzten wir alles daran, die Qualität dieses Schutzschalters zu verbessern, und mit den verschiedenen anderen Konstruktionsprinzipien und Apparatetypen bekannt zu werden. Deshalb haben wir auch die statistische Kontrolle ausgebaut und verschärft. Wir möchten ferner eine genügend grosse Zahl hochempfindlicher Schalter einbauen, damit in einigen Jahren die Zahl der tödlichen Elektrounfälle sinkt. Dann wird es am Gesetzgeber sein, die nötigen Entscheidungen zu fällen und Vorschriften zu erlassen.

Einbauort der FI-Schutzschalter

Wir bauen meistens einen Schalter sofort beim Hauseingang vor dem Zähler ein. Es ist dann Sache des Abonnenten, sich so zu schützen, dass die Ausschaltungen ihn nicht behindern. Unsere Installateure sind der Ansicht, dass besonders der hochempfindliche Fehlerstromschutzschalter erst dann eine grössere Verbreitung finden wird, wenn er in kleinerer, billiger Ausführung am Markte erhältlich ist. Die französischen Konstrukteure arbeiten an Schaltern, die z. B. vor transportable Geräte in eine Steckdose eingeführt werden können. Es würde sich in der Tat eine bedeutende Senkung der Unfallzahlen ergeben, da sehr viele Unfälle durch transportable Apparate verursacht werden.

FI-Schutzschalter auf Baustellen

Man könnte auch auf den Baustellen durch den Einsatz von FI-Schaltern vieles verbessern. Es ist oft sogar möglich, mit Hilfe eines einfachen Summenwandlers und eines billigen Relais einen Hauptschalter von 200...300 A oder mehr in einen FI-Schutzschalter zu verwandeln. Viele Unfälle hätten mit einem solchen einfachen FI-Schalter mittlerer Empfindlichkeit vermieden werden können. Durch Verbindung aller metallischen Teile unter sich (Wasserröhren, Geleise usw.) wird meistens ein Erdübergangswiderstand erreicht, der ein sicheres Ansprechen des FI-Schalters gewährleistet. Natürlich wird dadurch nicht ein vollständiger Personenschutz sichergestellt: dazu braucht es einen Schalter sehr hoher Empfindlichkeit. Seit 6 Monaten werden auf drei Baustellen in Frankreich Untersuchungen mit FI-Schutzschaltern hoher und mittlerer Empfindlichkeit durchgeführt: die bisherigen Erfahrungen sind ermutigend. Es ist auch nötig, das Verantwortungsbewusstsein des Baustellenpersonals zu heben. Im übrigen sind wir der Ansicht, dass die Fehlerstromschutzschalter mittlerer Empfindlichkeit für Baustellen genormt werden sollten.

Ausblick

Zu Beginn hatte man allerlei Bedenken gegen die Einführung des FI-Schutzschalters: man fürchtete die vielen Abschaltungen usw. Heute haben wir schon eine grosse Zahl hochempfindlicher FI-Schutzschalter eingebaut. Dies war für Installateure und Feuerwehrlaute eine Wohltat; ich kenne aber auch Leute, die durch Berührung einer Waschmaschine das Auslösen des FI-Schalters bewirkt haben: sie sind mit dem Schutzschalter sehr zufrieden. Der FI-Schutzschalter stellt einen bedeutenden Fortschritt dar. D : Gr.