

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 47 (1956)
Heft: 21 [i.e. 23]

Rubrik: Diskussionsbeitrag

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: 13.01.2026

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

Wechselt der in der Figur eingezeichnete Schalter seine Stellung, so werden sofort die entsprechenden Speicher-, Gruppenausscheide- und Anlassorgane automatisch in Betrieb gesetzt. Diese Organe wurden einfacheheitshalber in die Figur nicht eingezeichnet. Als Schaltelement, welches die Aufgaben dieser Organe zu erfüllen hat, eignet sich auch hier wieder der Kreuzwähler sehr gut. Die Gruppenausscheidung erfolgt nach der gleichen Methode wie die Ausscheidung der Steuerbefehle, wogegen die Stellungen der überwachten Organe möglichst direkt vom Schalterhilfskontakt aus mit Einzelimpulsen übertragen wird. In der Steuerstelle werden die Meldungen wie folgt ausgewertet:

Die Ausscheidung der Gruppen erfolgt durch die beiden dargestellten Kontakt Dreiecke. Jeder Meldegruppe ist eine vertikale Stange des dargestellten Kreuzwählers zugeordnet, den Einzelmeldungen dagegen je ein horizontales Aggregat. Die eintreffenden Meldungen bewirken also den Anzug der horizontalen Aggregate. Sind sämtliche Meldungen einer Gruppe eingetroffen, so werden durch Heben der ausgewählten Gruppenstange sämtliche alten Meldungen gelöscht. Nachher fällt die gleiche Stange wieder in ihre Ruhelage zurück, wobei die Kreuzpunktkontakte der angezogenen Aggregate eingeklinkt werden. Erst jetzt erfolgt die Anzeige des neuen Schaltzustandes. Da in der Ruhelage sämtliche Stangen des Kreuzwählers abgefallen sind, können auch hier die Meldungen ohne jeden Stromverbrauch festgehalten werden. Trifft von irgendeinem Organ der gemeldeten Gruppe keine, oder treffen 2 Meldungen ein («ein» und «aus»), so wird das mit «gest» bezeichnete Aggregat angezogen und beim Herunterfallen der

Stange der entsprechende Kreuzpunkt kontakt eingeklinkt. Die Rückmeldelampe wird dann dauernd unter Spannung gesetzt, was eine Quittierung durch Drehen des Schaltergriffes verunmöglicht. Auf diese einfache Weise kann signalisiert werden, dass der Zustand des Organes nicht oder falsch gemeldet wurde. Mit der besprochenen Anordnung wird, kurz zusammengefasst, folgendes erreicht:

1. Sämtliche Funktionen der Anlage sind gesichert.
2. Die Rückmeldungen werden direkt beim zu meldenden Organ eingeholt.
3. In der Kommandostelle wird sofort erkannt, ob und welche Rückmeldungen fehlen.
4. Kontrollen über den Schaltzustand der gesamten Anlage können rasch vor sich gehen.
5. Zum Festhalten des Schaltzustandes in der Kommandostelle wird kein Ruhestrom benötigt.

Abschliessend kann festgestellt werden, dass in den heute gebräuchlichen Fernsteueranlagen vieles vereinfacht werden könnte. An Stelle der Übertragung von 2 Befehlen pro Schalter («ein»—«aus») könnte z. B. auch nur die Veränderung der Schalterstellung befohlen werden. Mit dieser Vereinfachung liessen sich in einer Anlage 50 % der Stellungen einsparen. Genau gleich könnte man natürlich auch bei der Übertragung von Rückmeldungen verfahren. Da jedoch diese Vereinfachungen nur auf Kosten der Sicherheit durchgeführt werden können, sollte bei der Anwendung von Fernsteueranlagen in Kraftwerken davon abgesehen werden.

Adresse des Autors:

F. Trachsel, Ingenieur, technischer Direktor der Gfeller A.-G., Bern-Bümpliz.

Diskussionsbeitrag

Dr. A. de Quervain, Ingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (AG): Es scheint zweckmässig, mit einigen Worten auf die eigentlichen Übertragungskanäle für Fernmeldeverbindungen zu sprechen zu kommen, die in der Schweiz und auch in vielen anderen Ländern als TFH-Kanäle¹⁾ die eigentlichen Nervenbahnen der Nachrichtentechnik darstellen. Es sollen hiebei nach einer ganz kurzen Repetition altbekannter Probleme in bezug auf die Möglichkeit, die Hochspannungsleitung als Übertragungskanal zu verwenden, in einigen Worten die wesentlichen Punkte herausgeschält werden, in denen sich diese Technik von der bekannten Trägerfrequenztechnik über Telephonkabel unterscheidet. Daran anknüpfend soll der Weg, den diese Technik in der Schweiz im praktischen Einsatz genommen hat, kurz erwähnt werden.

Die Verwendung einer Hochspannungsleitung als Übertragungsweg ist schon nach dem ersten Weltkrieg vorgeschlagen und auch in einer Reihe von Ländern verwirklicht worden. Fig. 1 zeigt den Übertragungsvorgang, wobei in erster Linie in Erinnerung gerufen werden soll, dass bei der üblicherweise zur Anwendung gelangenden Einphasenkopplung die Erde wegen der grossen Dämpfung nicht, bzw. nur für sehr kurze Distanzen den Rückweg darstellt und die nicht eingekoppelten Phasen über kapazitive Kopplung den Rückweg bilden. Die Dämpfung einer Hochspannungsleitung kann ganz roh mit etwa 10 mN/km eingesetzt werden, wozu noch ein Betrag von ca. 0,5...1 N für die Einkopplungsverluste beidseitig kommt.

Die Hochspannungsleitung stellt damit einen dämpfungs-mässig gegenüber dem Telephonkabel sehr günstigen Aus-

breitungsweg dar. Dafür haftet dieser Übertragungsart eine spezifische Schwäche an, die sich auf die Konstruktion der zugehörigen Geräte und deren Einsatz tiefgreifend ausgewirkt hat.

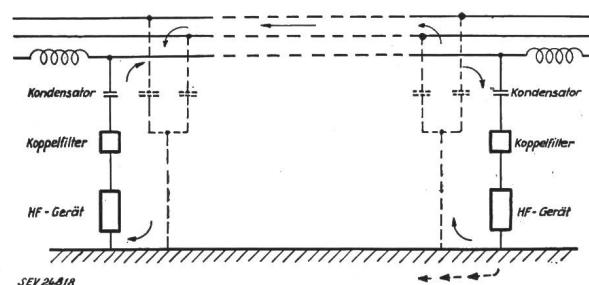


Fig. 1

HF-Übertragungsvorgang bei Einphasenkopplung
Die nicht eingekoppelten Leiter sind über die Streukapazität Leiter-Erde an der Rückleitung beteiligt

Das Netz der Hochspannungsleitungen ist auf den höchsten Spannungsebenen, also 220 kV und mehr, in der Regel ein Strahlennetz, auf den Ebenen der Verteilnetze wie 150, 130 kV und tiefer, ein Maschennetz. Die Punkte, welche ein Nachrichtennetz bilden, d.h. Kraftwerke, Unterwerke, Kommandozentralen liegen an den Endpunkten bzw. Knotenpunkten dieser Netze. Die Nachrichtenkanäle sind somit meist nur über Teilstücke dieser Leitungen geführt.

Die Ausbreitung der Trägerfrequenzen, welche im Bereich 50...150 kHz, vereinzelt auch höher liegen, lässt sich jedoch auch durch Sperrnicht ideal auf den benutzten

¹⁾ TFH-Kanäle = Telephonie längs Hochspannungsleitungen. Eine sich im deutschen Sprachgebrauch einbürgernde Bezeichnung für Trägerfrequenzkanäle längs Hochspannungsleitungen.

Leitungsabschnitt beschränken, dazu kommt noch zum Teil eine Abstrahlung, die ebenfalls die Wirkung der Sperrung verschlechtert. Bei einer Serieschaltung von Trägerfrequenz-Teilstrecken auf Hochspannungsleitungen sind deshalb jeweils für jede Teilstrecke neue Frequenzpaare zu verwenden. Fig. 2 zeigt die prinzipielle Anordnung von Trägerfrequenz-Teilstrecken in Serie geschaltet. Jede Teilstrecke ist durch Sperren, die im Leitungszuge der Hochspannungsleitung liegen, beidseitig abgegrenzt. Die Sperrung hat jedoch trotz beschränkter Sperrwirkung ihre volle Berechtigung im Falle, wo die Leitung an Erde gelegt wird und die Trägerfrequenzübertragung gleichzeitig sichergestellt bleiben soll.

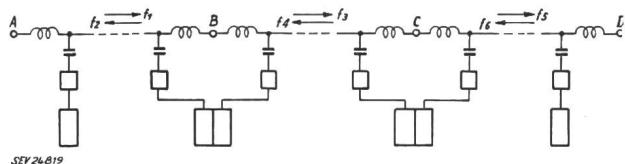


Fig. 2
Fixfrequenzsystem

Längs einer Leitung in Serie geschaltete Trägerfrequenzkanäle erfordern im nächstfolgenden Abschnitt andere Trägerfrequenzpaare

Im Gegensatz zur Trägerfrequenztechnik auf Kabeln, wo keine solchen Ausbreitungsphänomene auftreten, muss also dem Aufbau eines Nachrichtennetzes auf Hochspannungsleitungen eine Frequenz-Planung vorausgehen, ähnlich denjenigen für drahtlose Verbindungen. Jedoch bestehen für die Wiederverwendung von Frequenzen ganz unterschiedliche und glücklicherweise weniger strenge Kriterien als bei Funkverbindungen.

Diese beschränkte Wiederverwendungsmöglichkeit von Trägerfrequenzen innerhalb der vermaschten und auch international durchverbundenen Hochspannungsnetze hatte die Einführung der Einseitenbandtechnik zur Folge, deren Aufbau als bekannt vorausgesetzt werden darf. Bei dieser Technik ist die belegte Bandbreite im Trägerfrequenzbereich gleich gross wie im zu übertragenden Niederfrequenzbereich.

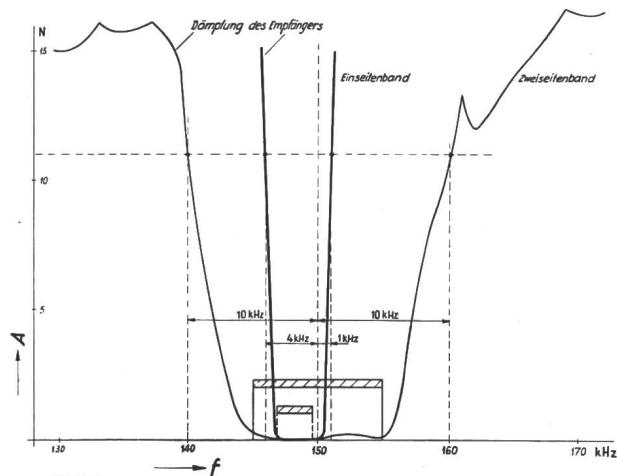


Fig. 3
Selektivität von Zweiseiten- und Einseitenbandgeräten
A Dämpfung; f Frequenz

Mit dem Übergang von Zweiseitenband- auf Einseitenbandtechnik, die in ganz Europa, auch in dichter besiedelten Überseegebieten, zu konstatieren ist, ging bei den meisten Konstrukteuren eine wesentliche Erhöhung der Selektivität parallel. Fig. 3 zeigt dies an einem Beispiel, das die Verhältnisse für beide Systeme einander gegenüberstellt. Die Bandbreite wird für Einseitenbandgeräte zugleich auf 4 kHz beschränkt.

Eine weitere technische Forderung, die sich aus dem Bestreben ergab, bei der Frequenzplanung das zur Verfügung stehende Spektrum optimal auszunützen, die aber auch mit Rücksicht auf die Ankopplung an die Leitung und deren Sperrung erwünscht war, ist die, den Sende- und Empfangs-

kanal einer Verbindung direkt nebeneinander zu legen. Dabei ergeben sich außerordentlich hohe Anforderungen, nicht nur an die Selektivität, sondern besonders an die Verzerrungsfreiheit der Geräte. So beträgt beispielsweise die Sendespannung bei einer nominellen Leistung des Senders von 10 W ca. 30 V an 125 Ω (was die am meisten gebräuchliche Abschlussimpedanz der Geräte darstellt). Die Empfangsspannung, die an demselben Kabel liegt, kann unter ungünstigen Verhältnissen auf wenige Millivolt sinken. Die Linearisierung der Endverstärker ist so weit zu treiben, dass auch im ungünstigsten Fall Intermodulationsprodukte, die mit ihrer Frequenz in den Empfangskanal fallen, diesen nicht stören können. Auch in diesem Punkte sind die europäischen Konstrukteure mehr und mehr in der Lage, solchen Bedingungen zu genügen, während interessanterweise in den USA gerade auf diesem Gebiet die Verfeinerung der Technik eher noch im Rückstand ist.

Für das die Qualität einer Verbindung bestimmende Verhältnis Nutz- zu Störpegel ist als Störpegel nicht, wie bei Kabelträgerphonie, in erster Linie das Eigenrauschen der Verstärker in Kalkulation zu setzen, sondern der auf der Leitung vornehmlich durch die Koronaerscheinung erzeugte Störpegel, der durch ein Rauschen mit überlagerten kurzen Impulsen höherer Amplitude und der Repetitionsfrequenz von 300 Hz angenähert werden kann. Dazu kommen durch Betätigen von Schaltern und Trennern Schaltknacke — die allerdings nicht oft auftreten — deren Amplitude den Korona-Störpegel um ein Mehrfaches übertreffen kann. Tonfrequenzkanäle, seien sie für Wahl-, Steuerungs- oder Rückmeldungsvorgänge, müssen durch eine angepasste Verschlüsselung diesem Umstand Rechnung tragen.

Der Bedarf an Telephonikanälen zwischen zwei Punkten eines Nachrichtennetzes der EW ist und bleibt klein. Der Nachrichteninhalt ist im wesentlichen auf Durchgabe von Energieprogrammen, Kommandos und Auskünften bei Netzausfällen beschränkt. Das Personal, das mit diesen Aufgaben gleichzeitig beschäftigt ist, bleibt auch in einem grösseren Komplex von Elektrizitätswerken immer auf eine kleine Zahl beschränkt. Nur bei sehr stark ausgebauten Netzen mit einer bedeutenden Konzentration von Elektrizitätswerken längs einer Arterie lohnt es sich, auf den Hauptabschnitten 2 oder mehr parallel geführte Telephonkanäle vorzusehen.

Anderseits ist der Bedarf an Fernwirkanälen gross und nimmt ständig zu. Es bildet sich hierdurch von selbst eine Mehrkanaltechnik heraus, bei der der Löwenanteil an Kanälen aus sog. Schmalbandkanälen, meist von 120 Hz Breite oder dem Vielfachen davon (240, 360, 480 Hz) und nicht aus Telephonikanälen bestehen. Hin- und Rückweg weisen hiebei in der Regel nicht dieselbe Belegung auf. Während Regel- und Fernmesskanäle meist nur in einer Richtung verlaufen, sind Fernsteuer- und auch Rückmeldekanäle wegen der erforderlichen Übertragung von Quittierimpulsen immer bilateral. Dasselbe gilt auch für die Hochfrequenz-Kupplung des Schnelldistanzschutzes, die immer mehr zur obligatorischen Ausrüstung wichtiger Leitungszüge wird.

Es hat sich diese spezielle Mehrkanaltechnik in Europa in zwei Richtungen entwickelt: Während in Deutschland Telephonie- und Fernwirkanäle mit Vorliebe getrennt geführt werden, d. h. über getrennte Sende- und Empfangseinrichtungen, haben die weitaus grössere Zahl der übrigen Länder der gemeinsamen Führung je eines Telephonikanales und mindestens einer Anzahl Fernwirkanäle im selben Trägergerät den Vorzug gegeben.

Vor- und Nachteile dieser verschiedenen Techniken können hier nicht erwähnt werden, bis auf einen Punkt, der die Frequenzplanung betrifft.

Die lückenlose Ausnutzung des Frequenzspektrums unter optimaler Wiederverwendung von Frequenzpaaren ist neben den erörterten technischen Voraussetzungen (Einseitenbandtechnik, nebeneinanderliegende Sende- und Empfangskanäle) auch davon abhängig, dass von vorneherein eine Einheitsteilung in Normalkanälen festgelegt wird.

Diese Einheitskanäle sind in der Schweiz auf 4 kHz Bruttobandbreite, d. h. 8 kHz für Hin- und Rückweg festgelegt worden. Obwohl mit der 4-kHz-Teilung die Normalteilung der Kabel-Trägerfrequenztelephonie übernommen wurde, steckt eine ganz andere Absicht dahinter. Während sich die Mehrkanaltechnik über Kabel zur Hauptsache auf parallel geführten Telephonikanälen mit einer oberen Grenzfrequenz von 3,2...3,4 kHz pro Telephonkanal aufbaut, ist in der TFH-Technik die obere Grenzfrequenz der Telephon-

kanäle auf ca. 2,2 kHz beschnitten, was für Dienstgespräche noch eine sehr gute Verständigung garantiert. Das nun zur Verfügung stehende Band von 2,2...3,2 kHz bleibt für Schmalband-Fernwirkkanäle reserviert. So entsteht diese Mehrkanaltechnik im Kleinen, d. h. jeweils innerhalb 4 kHz Bandbreite.

Die Frequenzplanung hat nun keine Rücksicht mehr darauf zu nehmen, ob und wann ein Kraftwerk betrieb Telefonie- oder Fernwirkkanäle, oder beides vorsehen will. Es spielt auch keine Rolle, ob Kanäle nur mit Telefonie betrieben und später ausgebaut werden. Dies ist vor allem mit Rücksicht auf Sperren und Kopplungseinrichtungen, die ja meist fest installiert sind, sehr bedeutsam. Der spätere Ausbau von Kanälen durch Hinzunahme von Fernmess- und Fernsteuerkanälen ist nicht mehr eine trägerfrequente, sondern nur noch eine niederfrequente Angelegenheit. Es sind keine zusätzlichen Frequenzuteilungen auf dem Konzessionsweg mehr erforderlich; nachträgliche Anpassarbeiten an die

HF-Kopplungsglieder usw. entfallen. Diese Zuteilung von Einheitskanälen mit direkt nebeneinanderliegenden Frequenzen für Sende- und Empfangskanal, die die Aufteilung des niedrfrequenten Feinspektrums nicht präjudiziert, ermöglicht erst eine Planung auf weite Sicht.

In der Schweiz ist wohl das erste Mal eine solche Planung auf konsequente Weise auf Grund der 4-kHz-Teilung und nebeneinanderliegenden Kanälen an die Hand genommen worden, und zwar durch das Expertenkomitee zur Begeutachtung von Konzessionsgesuchen des SEV, mit dem Resultat, dass es wohl möglich sein wird, die Zahl der in dem beschränkten Frequenzband unterzubringenden Kanäle in der Schweiz gegenüber dem heutigen Stand zu verdreifachen.

Das heutige EW-Telephonienetz der Schweiz umfasst total ca. 100 im Betrieb stehende Kanäle von zusammen 3700 km Länge, bei einem geplanten Ausbau auf rund 300 Kanäle.

Fausse manœuvre

Par Ch. Jean-Richard, Muri/Berne

621.3.014.3

Deux réseaux à 50 Hz et 50 kV ayant été le théâtre de multiples claquages à la terre, survenus simultanément à la suite d'une fausse liaison entre une phase d'un côté et de l'autre, l'auteur en indique une explication plausible.

Der Verfasser gibt eine wahrscheinliche Erklärung für das gleichzeitige Auftreten von Kurzschlägen gegen Erde in zwei benachbarten 50-Hz-, und 50-kV-Netzen als Folge einer falschen Verbindung zwischen je einem Polleiter beider Netze.

Le 18 février 1956 à 6 h 17 deux réseaux, exploités chacun à 50 Hz et à 50 kV, ont été malencontreusement reliés sur une de leurs phases, à la suite du mouvement inachevé d'un sectionneur de couplage manœuvré à la main, et d'un arc de env. 7 cm amorcé entre le couteau et le pôle d'en face du sectionneur fautif. Aussitôt le poste de couplage a été rempli du grésillement caractéristique dû à une tension bien plus élevée que la tension de service. Un instant après, le poste est devenu silencieux, les relais l'ayant coupé de part et d'autre. De plus, dans les deux réseaux, le long des deux phases libres, de multiples arcs à la terre se sont produits, p. e. entre les bornes des éclateurs de protection de deux transformateurs de potentiel, éloignés l'un de l'autre de 30 km environ. Ces arcs, formant court-circuit, ont été déclenchés correctement.

Après examen des circonstances particulières de cette perturbation voici ce qui a dû se produire.

D'abord il est plus que plausible que les deux réseaux étaient, par hasard, à peu près en opposition de phase. D'ailleurs ils n'étaient pas synchrones. Le neutre de chaque réseau devait se trouver pratiquement au potentiel de la terre, l'un étant isolé, l'autre relié à la terre par une bobine d'extinction. Les capacités, par rapport à la terre, des trois phases de l'un et l'autre réseau ainsi que la bobine d'extinction étaient en équilibre.

Avant le jaillissement de l'arc il dut y avoir environ deux fois la tension de phase entre les points touchés de la phase en cause, soit environ 57 kV. Cette tension était suffisante pour faire jaillir l'arc sur 7 cm, pendant que le couteau s'approchait de sa position de fermeture, à une allure relativement modérée.

L'arc, jailli, a imprimé à la phase touchée le même potentiel par rapport à la terre dans les deux réseaux, ce potentiel étant différent de ceux occupés par la phase en cause dans les deux réseaux avant l'arc fatal. De ce fait, les deux phases libres dans chacun des deux réseaux, plus la bobine d'ex-

tinction ont dû chercher un nouvel équilibre. Celui-ci ne fut possible que dans la mesure où les potentiels par rapport à la terre des deux phases libres du réseau à bobine d'extinction diminuaient et ceux des deux phases libres du réseau à neutre isolé augmentaient. Il fut atteint lorsque dans le réseau à neutre isolé les deux phases libres accusaient un potentiel par rapport à la terre d'environ 90 kV, suffisant à amorcer un arc aux éclateurs de protection des deux transformateurs de potentiel, mentionnés. La phase touchée accusait alors le potentiel de 50 kV à la terre et la tension aux bornes de la bobine d'extinction a dû être de 22 kV. Cette situation s'est maintenue pendant près de 2 périodes, suivie par le claquage à la terre des deux phases libres.

Au poste de couplage, le sectionneur en cause fut enveloppé de chaque côté par un arc à la terre, provoqué par l'arc initial et les 50 kV par rapport à la terre.

Sans doute, les claquages à la terre dans le réseau à neutre isolé ont dû se répercuter dans le réseau à bobine d'extinction en y provoquant des claquages également.

Ainsi, de proche en proche, la perturbation a gagné les deux réseaux. Seuls, des déclenchements multiples ont mis fin à ce jeu dangereux.

On peut se demander ce qui se serait passé si les deux réseaux avaient été à neutre isolé. Selon ce qui précède, il est clair que l'arc initial aurait simulé une mise à la terre de la phase touchée dans les deux réseaux. Cette mise à la terre n'aurait guère eu de conséquences.

Pour terminer nous dirons, que l'analyse de cette perturbation, comme de tant d'autres, a été facilitée par l'oscillo-perturbographe de Masson Carpentier, installé à proximité du poste de couplage, du côté du réseau à neutre isolé.

Adresse de l'auteur:

Ch. Jean-Richard, ingénieur, 19, Quartierweg, Muri près Berne.