

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 56 (1965)  
**Heft:** 4

**Artikel:** 4-Parameter-Verfahren in Kurzschlussversuchs-Anlagen  
**Autor:** Baltensperger, P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916340>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 03.04.2025

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

# BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)  
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

## 4-Parameter-Verfahren in Kurzschlussversuchs-Anlagen

Von P. Baltensperger, Baden

621.317.2 : 621.3.064.1

In den letzten Jahren wurde vorgeschlagen, die nach einer Kurzschlussausschaltung über einem Schalterpol erscheinende transitorische wiederkehrende Spannung nicht mehr als eine einfrequente Schwingung (2-Parameter) zu betrachten, sondern gemäss dem meistens komplizierteren Verlauf als 2 repräsentative Spannungs-Zeit-Punkte (4-Parameter) aufzufassen. (Siehe z. B. Fig. 1 sowie [1; 2; 3; 4] <sup>1)</sup>). Es wurden auch schon Prüfkreise für Kurzschlussversuchs-Anlagen vorgeschlagen, welche die Verwirklichung von transienten Spannungsverläufen mit 4 vorgeschriebenen Parametern erlauben. In Fig. 2 und 3 sind die bekanntesten diesbezüglichen Prüfkreise dargestellt [4].

Mit der vorliegenden Arbeit wird ein weiterer 4-Parameter-Prüfkreis vorgeschlagen, welcher dann möglich ist, wenn mindestens 2 Hochleistungsquellen (z. B. Generatoren) vorhanden sind. Dieser Prüfkreis ist in Fig. 4 bzw. 5 ange-

geben. Es geht auch hier um eine einphasige Prüfung von Wechselstrom-Schaltern. Die beiden Spannungs- bzw. Leistungsquellen  $G_1, G_2$  werden so in Reihe geschaltet bzw. mit einer solchen relativen Phasenlage zueinander betrieben, dass die Spannung über dem offenen Prüfschalterpol  $S$  gleich der Summe der beiden vollen Quellenspannungen  $u_1$  und  $u_2$  ist. Beim Öffnen des Prüfschalters  $S$  schwingen nun beide

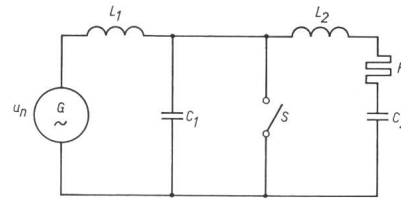


Fig. 2

Vier-Parameter-Prüfkreis nach [2]

$u_n$  treibende Spannung;  $S$  Prüfschalter;  $L_1$  Induktivität der Leistungsquelle (Generator, Transformator), inklusive Strombegrenzungs-Drosselspulen;  $C_1$  Kapazität der Leistungsquelle plus eventuelle zusätzliche Kapazität zur Regelung der Parameter;  $L_2, R, C_2$  Induktivität, Ohmscher Widerstand und Kapazität zur Regelung der Parameter

Prüfkreisteile (vom Schalter aus gesehen) voneinander unabhängig gemäss ihren Stromkreisconstanten ( $L, C, R$ ) aus. Ein Beispiel für die Teil- und Gesamtschwingungen zeigt Fig. 6. Dabei kann für jeden Teilschwingungskreis eine Seriedämpfung gemäss Fig. 4 ( $R$  und  $C$  in Serie) oder eine Paralleldämpfung gemäss Fig. 5 verwendet werden. Oder man kann den einen Schwingkreis mit Seriedämpfung und den anderen mit Paralleldämpfung ausführen. Dank dieser

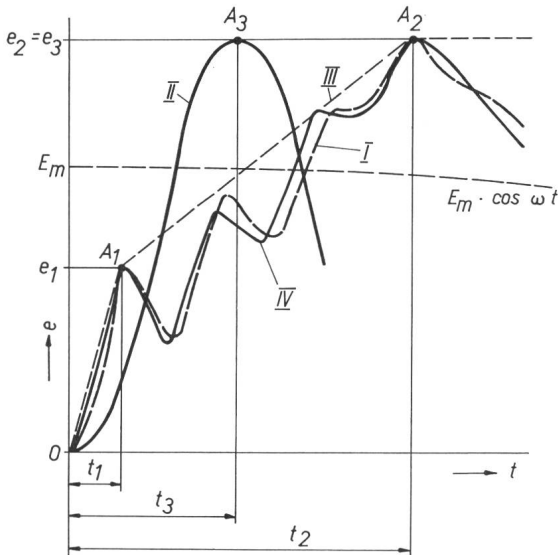


Fig. 1

Beschreibung eines vorgegebenen transitorischen wiederkehrenden Spannungsverlaufes I durch 2 bzw. 4 Parameter

- II die gedämpfte Sinuslinie stellt den nach der CEI-Konstruktion (Publ. 56, 1954, S. 71...77) «äquivalenten» Verlauf zu I dar. Nur ein repräsentativer Punkt ( $A_3$ ), welcher durch zwei Parameter ( $e_3, t_3$ ) bestimmt ist
- III Polygonzug durch zwei repräsentative Punkte ( $A_1, A_2$ ), bestimmt durch 4 Parameter ( $e_1, t_1; e_2, t_2$ )
- IV «Äquivalenter» 4-Parameter-Verlauf mit den beiden repräsentativen Punkten  $A_1, A_2$ , erzeugt durch zwei Hochleistungsquellen gemäss Schema Fig. 4 und 5

$E_m \cdot \cos \omega t$  betriebsfrequente wiederkehrende Spannung;  $e$  Momentanwert der transitorischen wiederkehrenden Spannung;  $t$  Zeit

<sup>1)</sup> Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

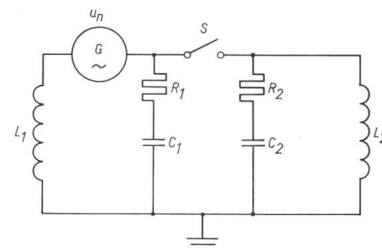


Fig. 3

Vier-Parameter-Prüfkreis nach [4]

$u_n$  treibende Spannung;  $S$  Prüfschalter;  $L_1$  Induktivität der Leistungsquelle (Generator, Transformator) inklusive Strombegrenzungs-Drosselspulen, bestimmt die Amplitude der Eigenfrequenz  $f_1$ ;  $C_1$  Kapazität der Leistungsquelle plus eventuelle zusätzliche Kapazität zur Regelung der speiseseitigen Eigenfrequenz  $f_1$ ;  $L_2$  Drosselspulen zur Strombegrenzung und Einstellung der Amplitude der Eigenfrequenz  $f_2$ ;  $C_2$  Kapazität zur Regelung der abschaltseitigen Eigenfrequenz;  $R_1, R_2$  Ohmsche Dämpfungswiderstände

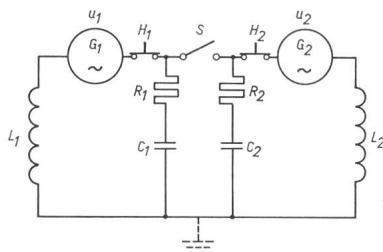


Fig. 4

**Vier-Parameter-Prüfkreis mit zwei Hochleistungsquellen (Seriedämpfung)**  
 S Prüfschalter;  $H_1, H_2$  Hilfsschalter;  $G_1, G_2$  Hochleistungsquellen mit den treibenden Spannungen  $u_1, u_2$ ;  $L_1, L_2$  Induktivitäten der Leistungsquellen (Generatoren, Transformatoren) inklusive Strombegrenzungsdrosselspulen;  $C_1, C_2$  Kapazitäten der Leistungsquellen plus eventuelle zusätzliche Kapazitäten zur Regelung der Eigenfrequenzen;  $R_1, R_2$  Ohmsche Serie-Dämpfungswiderstände

vielen Stromkreisconstanten ist es verhältnismässig leicht möglich, zwei im transitorischen wiederkehrenden Spannungsverlauf vorgegebene repräsentative Punkte  $A_1, A_2$  zu verwirklichen. (Siehe z. B. Kurve Nr. IV in Fig. 1.)

Durch die Möglichkeiten der Parallel- oder Seriedämpfung können auch Wünsche betreffend der Anfangsteilheit der transitorischen wiederkehrenden Spannung weitgehend berücksichtigt werden.

Wie erwähnt müssen die beiden treibenden Spannungen nicht gleich gross sein. Das System ist dann optimal ausgenutzt, wenn die treibenden Spannungen im Verhältnis der Kurzschlussleistungen der Maschinen stehen. Besitzt z. B. eine Anlage eine Maschine von 1000 MVA und eine andere von 2000 MVA Kurzschlussleistung, so ergäbe sich bei einer Aufteilung der treibenden Spannung im Verhältnis  $1/3 : 2/3$  eine ideale Ausnutzung beider Maschinen. Die Maschine mit der kleineren Leistung würde also  $1/3$  und diejenige mit der grösseren Leistung  $2/3$  der totalen betriebsfrequenten wiederkehrenden Spannung erzeugen. Falls man nicht auf die volle Kurzschlussleistung der beiden Maschinen angewiesen ist, kann man übrigens durch zusätzliche Strombegrenzungsdrosselspulen noch Spielraum für weitere Varianten gewinnen.

Das Verhältnis der beiden treibenden Spannungen kann übrigens durch Verwendung von Transformatoren variiert werden, d. h. jeder Generator speist z. B. bei voller Nenn-

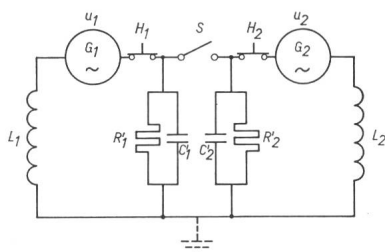


Fig. 5

**Vier-Parameter-Prüfkreis mit zwei Hochleistungsquellen (Paralleldämpfung)**

Bezeichnungen wie Fig. 4. Jedoch sind hier die Dämpfungswiderstände  $R_1', R_2'$  parallel zu den Kapazitäten  $C_1', C_2'$  angeordnet

erregung über seinen Transformator auf den Kurzschlusskreis. Aber auch Kombinationen mit einem Generator und einer Gruppe Generator-Transformator sind möglich. Bei Vorhandensein von mehr als 2 Generatoren in einer Prüfanlage sind entsprechend zahlreichere Variationen möglich.

Die Vielfalt der Varianten ist aber vor allem durch die Parameter  $R_1, C_1, R_2, C_2$  gegeben. Durch sie können bei einem festen (z. B. optimalen) Verhältnis der beiden betriebsfrequenten treibenden Spannungen, die Amplitudenfaktoren der beiden transienten Teilschwingungen in weiten Grenzen, etwa je zwischen 1,0 und 1,9 verändert werden.

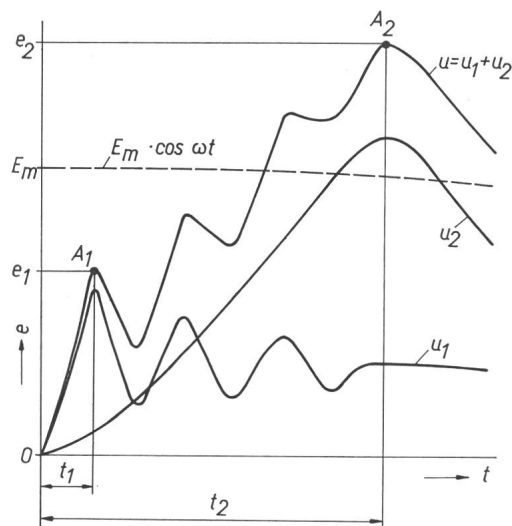


Fig. 6

**Verlauf einer mittels Prüfkreis Fig. 4 oder 5 erzeugten transitorischen wiederkehrenden Spannung durch die vorgegebenen Punkte  $A_1, A_2$**   
 $u$  Verlauf der transitorischen wiederkehrenden zweifrequenten Spannung mit den Extremwerten  $A_1$  und  $A_2$  durch Überlagerung der Teilschwingungen  $u_1$  und  $u_2$ ;  $u_1$  Teilschwingung mit maximaler Amplitude zur Zeit  $t_1$ ;  $u_2$  Teilschwingung mit maximaler Amplitude zur Zeit  $t_2$   
 Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 1

Die vorgeschlagene Methode erlaubt eine weitgehende Verwirklichung des 4-Parameter-Verfahrens. Sie hat überdies den Vorteil, dass die Teilschwingungen leicht aus den Stromkreisconstanten berechnet und überblickt werden können und umgekehrt.

#### Literatur

- [1] *Commission Electrotechnique Internationale: Règles de la C.E.I. pour les disjoncteurs à courant alternatif. I: Règles relatives au fonctionnement lors de courts-circuits.* Bureau Central de la C.E.I. Publikation Nr. 56-1, 2. Auflage, Genf 1954.
- [2] *A. Hochrainer: Das Vier-Parameter-Verfahren zur Kennzeichnung der Einschwingspannung in Netzen.* ETZ-A 78(1957)19, S. 689...693.
- [3] *P. Baltensperger: Zum Problem «Steilheit und Amplitudenfaktor der transitorischen wiederkehrenden Spannung».* Bull. SEV 49(1958)14, S. 619...621.
- [4] *P. Baltensperger: Beschreibung der transitorischen wiederkehrenden Schalterspannung durch vier Parameter. Prüfmöglichkeiten in Kurzschluss-Versuchsanlagen.* Bull. SEV 51(1960)3, S. 97...102.

#### Adresse des Autors:

Dr. P. Baltensperger, AG Brown, Boveri & Cie., 5400 Baden.