

**Meßgeräte und Schaltungen zum
Parallelschalten von
Wechselstrom-Maschinen**

Von

Werner Skirl
Oberingenieur

Zweite
umgearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 30 Tafeln, 30 ganzseitigen Schaltbildern
und 14 Textbildern



Berlin
Verlag von Julius Springer
1923

ISBN-13: 978-3-642-98216-3 e-ISBN-13: 978-3-642-99027-4
DOI: 10.1007/978-3-642-99027-4

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.**

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1923

Vorwort zur ersten Auflage.

Die vorliegende Arbeit schließt sich in der Behandlungsweise des Stoffes eng an das von mir herausgegebene Buch „Meßgeräte und Schaltungen für Wechselstrom-Leistungsmessungen“ an. Sie ist ebenfalls unmittelbar auf die Bedürfnisse der Praxis zugeschnitten und wird daher dem ausführenden Ingenieur besonders willkommen sein. Aber auch der Studierende wird das Buch mit Vorteil bei der Ausarbeitung von Projekten benutzen können, da er in ihm die Schaltungen so findet, wie sie tatsächlich in der Praxis ausgeführt werden können.

Da über die theoretischen Verhältnisse beim Parallelschalten von synchronen Wechselstrom-Maschinen in der Literatur bereits genügend Material vorhanden ist, schien es nicht angebracht, hier näher auf diese einzugehen. Es sei in dieser Hinsicht auf das vorzügliche „Lehrbuch der Elektrotechnik“ von Prof. Dr. A. Thomälen hingewiesen. Auf die Entwicklungen dieses Lehrbuches aufbauend, beginnt das vorliegende Buch unmittelbar mit der Betrachtung der Vorgänge, wie sie beim Parallelschalten der Maschinen tatsächlich auftreten. Um das Verständnis zu erleichtern, werden hierbei zunächst die bei Gleichstrom-Maschinen auftretenden Erscheinungen beschrieben, so daß hierdurch ein einfacher Übergang zu den schwierigeren Verhältnissen bei Wechselstrom geschaffen wird. Im zweiten Abschnitt sind die Ausführungsmöglichkeiten der Parallelschaltung angegeben und miteinander kritisch verglichen. Hieran schließt sich ein Abschnitt über die technischen Hilfsmittel zum Parallelschalten an, in dem die wichtigsten modernen Apparate zum Parallelschalten beschrieben sind. Ältere Apparate sind nur soweit behandelt, als es zum Verständnis der neueren Einrichtungen erforderlich ist. Um die richtige Auswahl der Meßgeräte in jedem Falle zu ermöglichen, ist ein besonderer Abschnitt über die Auswahl der Meßgeräte beigelegt, in dem die Wirkungsweise der Apparate kritisch betrachtet ist. Im vierten Abschnitt sind dann die vollständigen Schaltungen angegeben. Die Schaltbilder sind nach den bei den Siemens-Schuckert-Werken geltenden Normen durchgebildet. Neuartig ist die Schaltweise mit dem vom Verfasser angegebenen Umkehrtransformator, der es ermöglicht, die schal-

tungstechnischen Vorteile der Dunkelschaltung mit den betriebstechnischen Vorteilen der Hellschaltung zu vereinigen. Um bei den vielen Schaltmöglichkeiten einen klaren Überblick zu geben, ist auch hier wieder eine Betrachtung über die Auswahl der passenden Schaltung führend. Im fünften Abschnitt ist eine neue, von Dr. Michalke angegebene Einrichtung zum selbsttätigen Parallelschalten beschrieben. Hieran schließt sich noch ein Abschnitt über die Kontrolle fertiger Schaltungen an. Zum Schlusse ist die elektrische Befehlsübertragung zwischen Schaltbühne und Maschinenraum beschrieben. Da diese Einrichtungen dem Starkstromtechniker weniger bekannt sind, schien eine eingehendere Behandlung dieser Apparate wünschenswert, um so mehr, als hier manche bekannten Schaltungen in einer für den Starkstromtechniker neuen Weise benutzt werden.

Charlottenburg, Mai 1921.

Werner Skirl.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die zweite Auflage des Buches wurde durch vielfache Erweiterungen ergänzt. Die verschiedenen Schaltmöglichkeiten sind durch Einteilung in direkte, halbindirekte und indirekte Schaltungen schärfer gegliedert worden. Bei dieser Gelegenheit wurde die vom Verfasser angegebene Umkehrschaltung, die in der ersten Auflage erst nachträglich bei der Bearbeitung eingefügt wurde, systematisch in den Stoff hineingearbeitet. Dies schien um so mehr wünschenswert, als sich in der Praxis großes Interesse für diese neue Schaltart gezeigt hat. Neu aufgenommen wurde ein Abschnitt über die bei verschiedenartig geschalteten Haupttransformatoren zu treffenden Maßnahmen.

Die äußere Ausstattung des Buches ist vollkommen geändert worden. Ebenso wie bei der fast gleichzeitig erscheinenden zweiten Auflage des vom Verfasser herausgegebenen Buches „Meßgeräte und Schaltungen für Wechselstrom-Leistungsmessungen“ sind die wichtigsten Kernpunkte des Stoffes in selbständige Bildtafeln mit ausführlichen, erläuternden Unterschriften zusammengefaßt worden. Die bisherigen Autotypien sind durchweg durch Schwarzweißzeichnungen ersetzt, wobei besonders die vom Verfasser entworfenen Bilder der Meßwerke interessieren dürften.

Charlottenburg, März 1923.










Werner Skirl.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Die elektrischen Vorgänge beim Parallelschalten:	
a. Bedingungen für das Parallelschalten	1
b. Die Ausgleichströme und ihre Wirkungen	2
c. Das Belasten der parallel geschalteten Maschine	3
II. Die Ausführungsmöglichkeiten der Parallelschaltung:	
a. Dunkelschaltung	7
b. Hellschaltung	11
c. Schaltungen mit Umkehrtransformator	12
d. Besondere Drehstromschaltungen	16
e. Vergleich der verschiedenen Schaltungsarten	16
III. Die technischen Hilfsmittel zum Parallelschalten:	
a. Elektrische Einstellvorrichtung für den Regulator der Antriebsmaschine	21
b. Frequenzmesser	21
c. Spannungsmesser	25
d. Phasenlampen	26
e. Lampenapparate	29
f. Nullspannungsmesser	32
g. Summenspannungsmesser	37
h. Synchronoskope mit schwingendem Zeiger	38
i. Synchronoskope mit umlaufendem Zeiger	43
k. Allgemeines über die Auswahl der Meßgeräte	47
l. Vollständige Instrumentsätze	51
m. Hilfsapparate	53
IV. Vollständige Schaltungen:	
1. Allgemeines über die Auswahl einer passenden Schaltung	56
2. Phasenvergleichung zwischen Generator und Sammelschienen	58
a. Dunkelschaltung mit Nullspannungsmesser	58
b. Hellschaltung mit Summenspannungsmesser	61
c. Schaltungen mit Lampenapparat	75
d. Schaltungen mit Synchronoskop	76
3. Phasenvergleichung zwischen Generator und Generator	84
a. Dunkelschaltung mit Nullspannungsmesser	84
b. Gemischte Schaltung mit Nullspannungsmesser und Umkehrtransformator für die Phasenlampe	85

	Seite
c. Umkehrschaltung mit Summenspannungsmesser	85
d. Schaltungen mit Synchronoskop	86
4. Phasenvergleichung an den Schalterkontakten	96
a. Dunkelschaltung mit Nullspannungsmesser	96
b. Gemischte Schaltung mit Nullspannungsmesser und Umkehrtransformator für die Phasenlampe	97
c. Umkehrschaltung mit Summenspannungsmesser	97
d. Schaltungen mit Synchronoskop	97
e. Direkte Hochspannungsschaltung mit Meßkondensatoren	103
5. Besondere Maßnahmen bei verschiedenartig geschalteten Haupttransformatoren	106
 V. Einrichtungen zum selbsttätigen Parallelschalten:	
a. Anwendungsgebiete	114
b. Prinzip des Schaltmotors	115
c. Einfachste Anordnung zum Parallelschalten	118
d. Anordnung mit Schleppkontakt zum Parallelschalten bei übersynchroner Drehzahl	120
e. Selbsttätige Regelung der Antriebsmaschine	121
f. Verhütung von Fehlschaltungen	124
 VI. Schaltungskontrolle:	
a. Kontrolle auf richtiges Drehfeld	126
b. Kontrolle auf richtige Schaltung	127
 VII. Elektrische Befehlsübertragung zwischen Schaltbühne und Maschinenraum:	
a. Allgemeines	129
b. Glühlampentafeln	129
c. Zeiger-Befehlsapparat mit Sechsspulenmotor, für Gleichstrom	131
d. Zeiger-Befehlsapparat mit Dreispulen-Anker, für Gleichstrom	132
e. Zeiger-Befehlsapparat nach dem Wechselstromsystem	135
 Verzeichnis der Tafeln	 138
 Verzeichnis der Schaltbilder vollständiger Parallelschalteinrichtungen	 139

Zeichenerklärung für die Schaltbilder.

	Drehstrom-Generator	$M I$ = bereits laufende Maschine $M II$ = zuzuschaltende Maschine
	Hauptschalter mit Ueberstromauslösung	—
	Trennschalter mit Hilfskontakt	—
	Spannungswandler	$U-V$ = Primärwicklung $u-v$ = Sekundärwicklung JT = Isoliertransformator UT = Umkehrtransformator
	Meßinstrument	DF = Doppelfrequenzmesser DV = Doppel-Spannungsmesser NV = Nullspannungsmesser SV = Summenspannungsmesser Syn = Synchronoskop
	Glühlampe	P = Phasenlampe
	Vor- bzw. Ersatzwiderstand	—
	Steckvorrichtung	mit bzw. ohne Stecker
	Schutzerdung	strichpunktierte Linien sind Erdungsleitungen