

**Drehende elektrische Maschinen –  
Teil 4-1: Verfahren zur Ermittlung der Kenngrößen von Synchronmaschinen durch  
Messungen**

Inhalt		Seite
1	Anwendungsbereich.....	4
2	Normative Verweisungen.....	4
3	Begriffe.....	4
4	Symbole und Einheiten.....	9
5	Übersicht der Messverfahren.....	11
6	Prüfverfahren.....	13
6.1	Allgemeines.....	13
6.2	Direkte Messung des Erregerstroms im Bemessungsbetrieb.....	16
6.3	Messung von Gleichstrom-Widerständen.....	16
6.4	Leerlaufversuch.....	16
6.5	Dreiphasiger Dauerkurzschlussversuch.....	18
6.6	Motorbetrieb im Leerlauf.....	18
6.7	Übererregungsversuch bei Leistungsfaktor Null.....	19
6.8	Gegenerregungsversuch.....	19
6.9	Messung des Polradwinkels unter Last.....	19
6.10	Versuch mit kleinem Schlupf.....	19
6.11	Dreiphasiger Stoßkurzschlussversuch.....	20
6.12	Versuch mit wiederkehrender Spannung.....	21
6.13	Dreiphasiger Stoßkurzschlussversuch nach vorheriger Netztrennung.....	21
6.14	Gleichstrom-Abklingversuch der Ankerwicklung bei Stillstand.....	21
6.15	Versuch mit angelegter Spannung bei Läuferstellung in Längs- und Querachse.....	22
6.16	Versuch mit angelegter Spannung und beliebiger Winkelstellung des Läufers.....	23
6.17	Versuch mit Einphasen-Spannung an den drei Wicklungssträngen.....	23
6.18	Unsymmetrischer zweipoliger Dauerkurzschlussversuch.....	23
6.19	Dauerkurzschlussversuch mit zwei untereinander und mit dem Sternpunkt kurzgeschlossenen Wicklungssträngen.....	24
6.20	Versuch mit gegenläufigem Drehfeld.....	25
6.21	Feldstrom-Abklingversuch mit offener Ankerwicklung.....	25
6.22	Versuch mit ausgebautem Läufer.....	26
6.23	Auslaufversuch im Leerlauf.....	26
6.24	Versuch mit festgebremstem Läufer.....	26
6.25	Asynchroner Betrieb mit reduzierter Spannung.....	27
6.26	Übererregungsversuch bei Leistungsfaktor Null und variabler Ankerspannung.....	28
6.27	Versuch mit einer Spannung variabler Frequenz im Stillstand.....	28

	Seite
7 Bestimmung der Kenngrößen .....	30
7.1 Auswertung der aufgezeichneten Daten .....	30
7.2 Synchron-Längsreaktanz.....	35
7.3 Transient-Längsreaktanz.....	36
7.4 Subtransient-Längsreaktanz .....	37
7.5 Synchron-Querreaktanz .....	38
7.6 Transient-Querreaktanz.....	41
7.7 Subtransient-Querreaktanz .....	41
7.8 Nullreaktanz.....	42
7.9 Inversreaktanz .....	42
7.10 Anker-Streureaktanz.....	44
7.11 Potier-Reaktanz.....	45
7.12 Nullwiderstand .....	45
7.13 Synchron-Widerstand .....	46
7.14 Inverswiderstand .....	46
7.15 Ohmsche Widerstände der Anker- und der Erregerwicklung.....	47
7.16 Transient-Kurzschlusszeitkonstante der Längsachse.....	47
7.17 Transient-Leerlaufzeitkonstante der Längsachse .....	48
7.18 Subtransient-Kurzschlusszeitkonstante der Längsachse.....	48
7.19 Subtransient-Leerlaufzeitkonstante der Längsachse .....	48
7.20 Transient-Kurzschlusszeitkonstante der Querachse.....	48
7.21 Transient-Leerlaufzeitkonstante der Querachse .....	49
7.22 Subtransient-Kurzschlusszeitkonstante der Querachse .....	49
7.23 Subtransient-Leerlaufzeitkonstante der Querachse.....	49
7.24 Anker-Kurzschlusszeitkonstante .....	49
7.25 Anlauf- und Trägheitszeitkonstante.....	50
7.26 Bemessungserregerstrom .....	50
7.27 Erregerstrom für Anker-Bemessungsstrom im Dauerkurzschluss .....	54
7.28 Frequenzcharakteristik .....	54
7.29 Leerlauf-Kurzschlussverhältnis .....	58
7.30 Bemessungs-Spannungsänderung .....	58
7.31 Kurzschlussimpedanz von Synchronmotoren .....	58
Anhang A (informativ) Übersicht Versuche und Prüfverfahren .....	60
Anhang B (informativ) Berechnungsschema für die Frequenzcharakteristik .....	63
Anhang C (informativ) Konventionelles elektrisches Maschinenmodell .....	65
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Schaltung für Gleichstrom-Abklingversuch der Ständerwicklung im Stillstand .....	22
Bild 2 – Schaltbild für den zweipoligen Dauerkurzschlussversuch.....	24

	Seite
Bild 3 – Schaltbild für den Dauerkurzschluss mit zwei untereinander und dem Sternpunkt kurzgeschlossenen Wicklungssträngen .....	24
Bild 4 – Anordnung der Messspule bei ausgebautem Läufer .....	26
Bild 5 – Aufgenommene Leistung und Strom über dem Schlupf (Beispiel) .....	28
Bild 6 – Schaltung für den Versuch mit variabler Frequenz im Stillstand .....	29
Bild 7 – Aufgezeichnete Größen aus dem Versuch mit variabler Frequenz im Stillstand (Beispiel).....	29
Bild 8 – Leerlauf-/Kurzschlusskennlinie.....	30
Bild 9 – Bestimmung von Zwischenwerten auf den Hüllkurven .....	31
Bild 10 – Bestimmung der transienten Komponente des Stoßkurzschlussstromes.....	32
Bild 11 – Bestimmung der subtransienten Komponente des Stoßkurzschlussstromes.....	32
Bild 12 – Transiente und subtransiente Komponente der wiederkehrenden Spannung.....	33
Bild 13 – Halblogarithmische Darstellung der Abklingkurven.....	34
Bild 14 – Plötzliche Aufschaltung der Erregung bei offener Ankerwicklung.....	35
Bild 15 – Induzierte Leerlaufspannung und Erregerstrom bei Schlüpfen um eine Polteilung .....	39
Bild 16 – Strom-Hüllkurven aus dem Versuch mit kleinem Schlupf .....	40
Bild 17 – Bestimmung der Potier-Reaktanz .....	45
Bild 18 – Potier-Diagramm .....	51
Bild 19 – ASA-Diagramm.....	52
Bild 20 – Schweden-Diagramm .....	53
Bild 21 – Erregerstrom aus dem Übererregungsversuch mit Leistungsfaktor Null .....	54
Bild 22 – Frequenzcharakteristik bei niedrigen Frequenzen (Beispiel).....	56
Bild C.1 – Ersatzschaltbild einer Schenkelpolmaschine .....	65
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Messverfahren und Querverweise.....	11
Tabelle A.1 – Übersicht Versuche und Prüfverfahren.....	60