

PSS[®]SINCAL 10.5

Motoranlauf

Motoranlaufberechnung in elektrischen Netzen

Herausgegeben von
SIEMENS AG
Freyeslebenstraße 1, 91058 Erlangen

IC SG SE PTI SW

Vorbemerkung

Die PSS SINCAL Handbücher bestehen aus drei Teilen:

- Benutzerhandbuch PSS SINCAL Bedienung
- Fachhandbücher für Elektronetze und Strömungsnetze
- Systemhandbuch Datenbankbeschreibung

Allgemeine Grundsätze der Bedienung und der Grafikoberfläche von PSS SINCAL können dem **Benutzerhandbuch PSS SINCAL Bedienung** entnommen werden.

Die **Fachhandbücher für Elektronetze** beinhalten detaillierte Beschreibungen der verschiedenen Berechnungsverfahren für Elektronetze (Lastfluss, Kurzschluss, etc.) sowie deren Eingabedaten.

Die **Fachhandbücher für Strömungsnetze** beinhalten detaillierte Beschreibungen der verschiedenen Berechnungsverfahren für Strömungsnetze (Wasser, Gas und Wärme/Kälte) sowie deren Eingabedaten.

Das **Systemhandbuch Datenbankbeschreibung** beinhaltet eine vollständige Beschreibung der Datenmodelle für Elektronetze und Strömungsnetze.

Urheber- und Verlagsrechte

Das Handbuch und alle in ihm enthaltenen Informationen und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

Die Rechte, insbesondere die Rechte zur Veröffentlichung, Wiedergabe, Übersetzung, zur Vergabe von Nachdrucken, zur elektronischen Speicherung in Datenbanken, zur Herstellung von Sonderdrucken, Fotokopien und Mikrokopien liegen bei SIEMENS.

Für jede Wiedergabe oder Verwendung außerhalb der durch das Urhebergesetz erlaubten Grenzen ist eine vorherige schriftliche Zustimmung von SIEMENS unerlässlich.

Gewährleistung

Trotz sorgfältiger Ausarbeitung könnten in diesem Handbuch Fehler enthalten sein. Es wird keinerlei Haftung für Fehler und deren Folgen übernommen. Änderungen des Textes und der Funktion der Software werden im Rahmen der Pflege ständig durchgeführt.

1.	Einleitung Motoranlauf	1
1.1	Randbedingungen für die Lastflussberechnung	2
2.	Verfahren Motoranlauf	3
2.1	Verarbeitung der Motordaten und Lastdaten	5
2.1.1	Bestimmung des Heylandkreises	5
2.1.2	Verlauf Lastmoment	7
2.1.3	Verlauf Motormoment	7
2.1.4	Verlauf Motorstrom	8
2.2	Ermittlung der Motorleistung bei Hochlauf	9
2.3	Strombegrenzung bei Hochlauf	11
3.	Verfahren Vereinfachter Motoranlauf	13
3.1	Start des Vereinfachten Motoranlaufes	13

1. Einleitung Motoranlauf

PSS SINICAL Motoranlauf stellt ein wirkungsvolles Werkzeug bei der Berechnung des Betriebsverhaltens elektrischer Netze bei Motoranlauf von Asynchronmaschinen dar. Mit PSS SINICAL Motoranlauf lässt sich der Leistungsbedarf der Motoren bei Anlauf unter Miteinbeziehung der Spannung an der Motorklemme berechnen. Es können die verschiedenen Kenngrößen des Netzes (z.B. Spannungen in beliebigen Knoten) während des Anlaufs von Motoren ermittelt werden.

Die PSS SINICAL Motoranlaufberechnung ist eine Kombination aus Lastflussberechnung und Bestimmung der Motorleistung. Die Spannungen aus der Lastflussberechnung werden danach zur Ermittlung der Motorleistung herangezogen.

Dieses Handbuch enthält folgende Kapitel:

- [Verfahren Motoranlauf](#)
- [Verfahren Vereinfachter Motoranlauf](#)

Vorgehensweise Motoranlauf

Um eine Motoranlaufberechnung durchführen bzw. spezielle Daten für die Motoranlaufberechnung erfassen zu können, muss zuerst die Berechnungsmethode **Motoranlauf** aktiviert werden.

Einfache Motoranlaufberechnung

Die folgenden Schritte sind notwendig:

- Eingeben von Strombegrenzungen bei den Motoranlaufdaten der Asynchronmaschinen

Motoranlaufberechnung

Die folgenden Schritte sind notwendig:

- Festlegen der Randbedingung bei Motoranlauf Berechnungsparametern
- Eingeben der Motoranlaufdaten der Asynchronmaschinen
- Festlegen des Umfangs der Diagramme bei Basisdaten Berechnungsparametern
- Markieren von Knoten und/oder Elementen für die Diagrammerstellung

Berechnung des Anlaufvorganges

Wie rasch die Berechnung des Anlaufvorganges abläuft, ist hauptsächlich von folgenden Faktoren abhängig:

- Netzgröße und Topologie
- Verfügbarer Hauptspeicher
- Zeitschritt
- Anzahl der hochlaufenden Motoren im Netz

Lastfluss für Ermittlung der Strom- und Spannungsverteilung im Netz

Da die Motorleistungen von der Spannung an der Motorklemme abhängig sind, muss in jedem Zeitschritt mittels einer Lastflussberechnung die Strom- und Spannungsverteilung im Netz bestimmt werden.

Abbildung der Netze für die Berechnung

Die Darstellung der Netze zur Berechnung wird im Kapitel Netzdarstellung des Eingabedaten Handbuches genau beschrieben.

1.1 Randbedingungen für die Lastflussberechnung

Die Randbedingungen gelten für alle Lastflussverfahren beim Motoranlauf und vereinfachten Motoranlauf. Sie betreffen nur die aktiven Elemente im Netz. Folgende Verhaltensweise ist für diese Elemente für den ganzen Hochlaufvorgang festgelegt.

Transformatoren

- Die Regelung der Transformatoren ist deaktiviert.
- Alle Transformatoren übersetzen mit der fix eingestellten Regelstufe auf Grund deren Eingabedaten.

Generatoren

- Die Regelung der Generatoren ist deaktiviert.
- Alle Generatoren speisen mit der Leistung auf Grund deren Eingabedaten konstant ins Netz.
- Die erhöhte Belastung durch den Motor führt zu keiner Spannungsänderung an den Knoten von Generatoren mit konstanter Spannung (Slackgenerator, PU-Generator).

Drosseln und Kondensatoren

- Die Regelung von Drosseln und Kondensatoren ist deaktiviert.
- Alle Drosseln und Kondensatoren entnehmen bzw. liefern die Leistung auf Grund der fix eingestellten Regelstufe der Eingabedaten.

2. Verfahren Motoranlauf

Beim Motoranlauf handelt es sich streng elektrisch gesehen um einen dynamischen Vorgang. Die exakte Nachbildung würde aber in PSS SINCAL einen viel zu großen Umfang von Eingabedaten bedeuten.

In PSS SINCAL wird der Motoranlauf durch Rechnen von in sich homogenen Zeitschritten vereinfacht gelöst.

Das Verfahren Motoranlauf ist daher in PSS SINCAL eine Zeit-Schleife über

- Lastfluss und
- Ermittlung der Motorleistung.

Die Berechnung der Ströme und Spannungen im Netz erfolgt mit den in PSS SINCAL verfügbaren Lastflussverfahren. Die Ergebnisse der Einzellastflüsse werden in Diagrammform aufbereitet, um einen einfachen Überblick und eine einfache Beurteilung zu ermöglichen.

Ziel des Berechnungsverfahrens Motoranlauf ist es, über folgende Punkte Auskunft zu erlangen:

- Kann der Motor gegen das Lastmoment hochlaufen?
- Spannungseinbruch während Hochlaufvorgang
- Betriebsarbeitspunkt des Motors
- Hochlaufzeit
- Netzbelastung während des Hochlaufes

Die Verfahrensbeschreibung beschränkt sich auf die Ermittlung der Motorleistung und die Randbedingungen für die Lastflussverfahren.

Prinzipieller Rechnungsablauf Motoranlauf

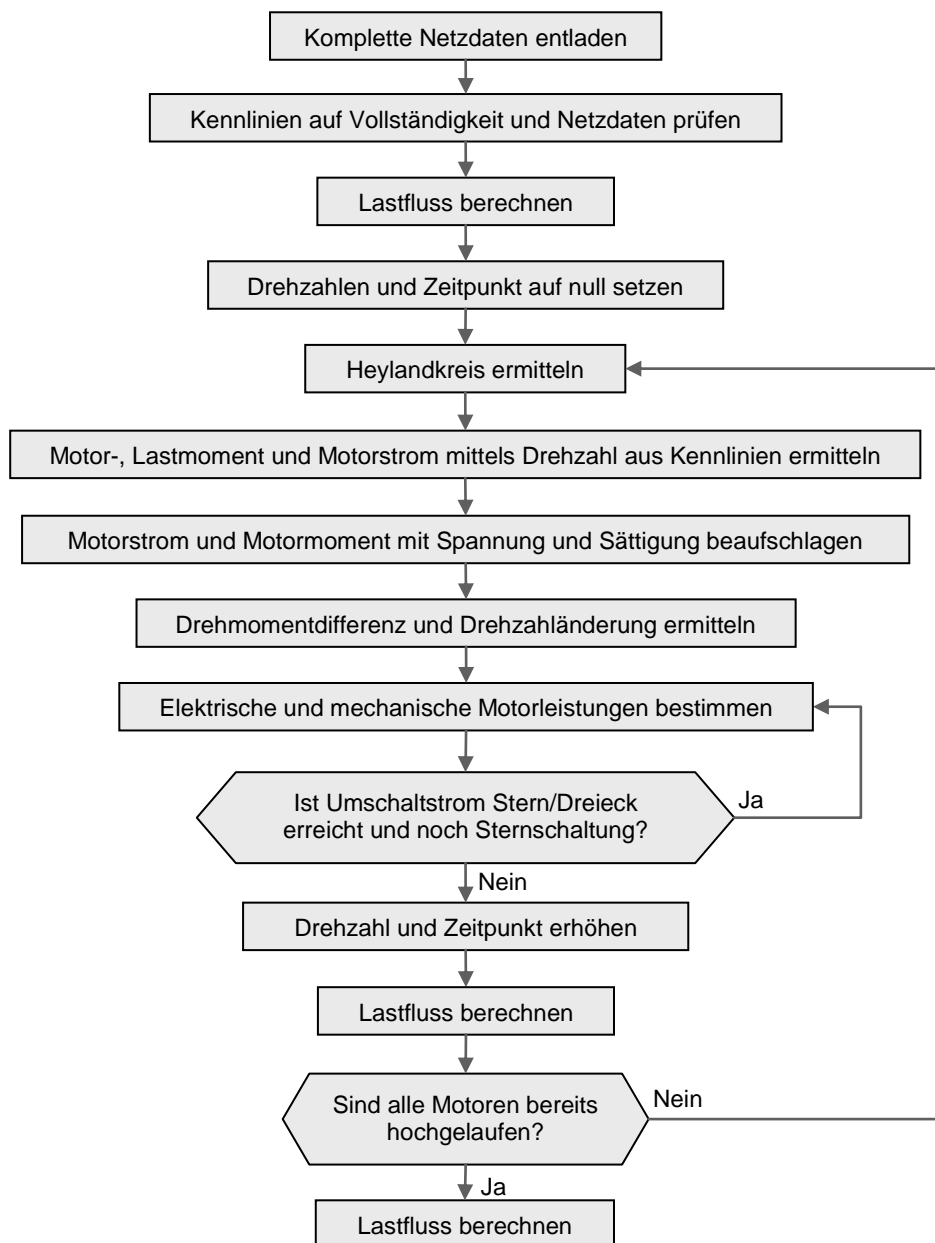


Bild: Ablaufdiagramm

2.1 Verarbeitung der Motordaten und Lastdaten

Der Verlauf von

- Lastmoment
- Motormoment
- Motorstrom

und den Randbedingungen wie

- Motornennleistung
- Schaltungsart bei Nennleistung
- Verhältnis R/X bei Anlauf
- Massenträgheitsmoment
- Einschaltzeitpunkt
- Elektrische Schaltung des Motors (Stern/Dreieck)
- Spannung an der Motorklemme
- Umschaltstrom Stern/Dreieck $I_{ST/DR}$

werden benötigt, um die elektrischen Eigenschaften des Motors zu bestimmen.

2.1.1 Bestimmung des Heylandkreises

Für die Bestimmung eines Kreises sind drei Punkte in der komplexen Ebene notwendig. Auf Grund der Eingabedaten stehen folgende zwei Punkte je Schaltungsart (Stern/Dreieck) immer zur Verfügung.

Strom bei Drehzahl Null – I_{Anl}

- Der Winkel des Stromes ergibt sich aus dem Verhältnis R/X bei Anlauf

Strom bei synchroner Drehzahl – I_{Leer}

- Sollte die Kennlinie des Motorstromes nicht bis zur synchronen Drehzahl eingegeben sein, so werden 25 Prozent des Nennstromes genommen
- Der Winkel des Stromes ergibt sich ebenfalls aus dem Verhältnis R/X bei Anlauf

Als ein weiterer Punkt des Kreises steht der Punkt I_{Nenn} bei Nennleistung mit Nennleistungsfaktor zur Verfügung. Alle Punkte gelten jedoch leider nur für eine Schaltungsart.

Der Heylandkreis muss jedoch immer getrennt für

- Sternschaltung und
- Dreieckschaltung

ermittelt werden.

Die Bestimmung des Kreises erfolgt daher

- aus drei Punkten für die Schaltungsart, bei denen die Nenndaten gemessen wurden
- nach einem Näherungsverfahren für die andere Schaltungsart

Kreisbestimmung aus drei Punkten

Durch drei Punkte ist der Heylandkreis in der komplexen Ebene exakt bestimmt. Die Punkte des Kreisbogens zwischen I_{Leer} und I_{Anl} können mit Hilfe von I_{Leer} , I_{Anl} und I_{Nenn} mathematisch eindeutig bestimmt werden.

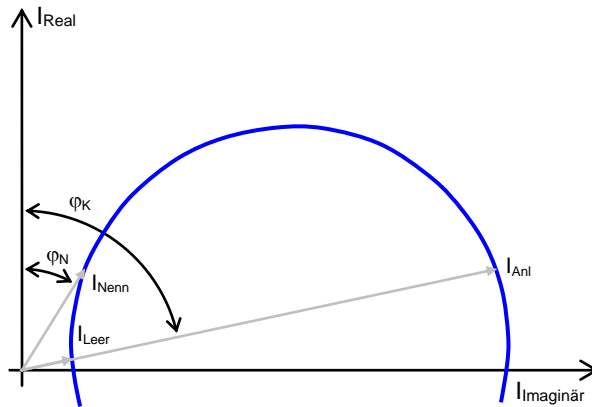


Bild: Heylandkreis in der komplexen Ebene

Näherungsverfahren mit zwei Punkten

Nur der Anfangs- (I_{Anl}) und Endpunkt (I_{Nenn}) des Kreises sind exakt bestimmt. Es wird ein dritter Punkt nach folgendem Näherungsverfahren bestimmt:

- Bestimmen des Mittelpunktes M_{Gerade} der Geraden durch I_{Leer} und I_{Anl}
- Ziehen einer Geraden G_1 normal zur obigen Geraden durch den Punkt M_{Gerade}
- Ziehen einer Geraden G_2 durch Punkt I_{Anl} mit dem Winkel $90^\circ - \varphi_K$ gegen G_1
- Bestimmen des Schnittpunktes $M_{Heyland}$ der beiden Geraden G_1 und G_2 als Kreismittelpunkt
- Bestimmen des Kreisradius $R_{Heyland}$ aus der Strecke zwischen $M_{Heyland}$ und I_{Anl}

Die Punkte des Kreisbogens zwischen I_{Leer} und I_{Anl} können mit Hilfe von $M_{Heyland}$ und $R_{Heyland}$ mathematisch eindeutig bestimmt werden.

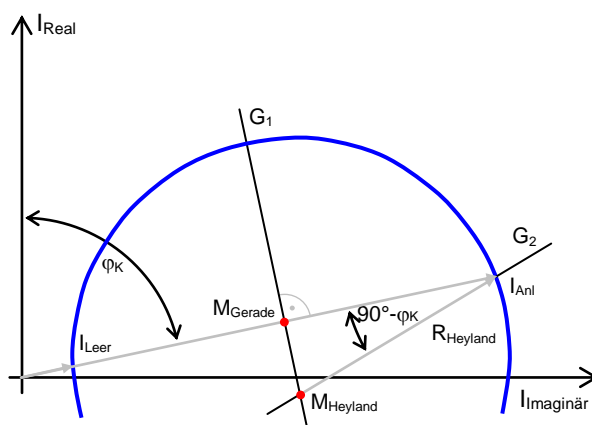


Bild: Heylandkreis in der komplexen Ebene

Spannungsabhängiges Verhalten

Der kreisförmige Verlauf des Stromes in der komplexen Ebene gilt nur bei konstanter Spannung. Da alle Punkte für die Kreisbestimmung bei Nennspannung ermittelt wurden, gelten die beiden Heylandkreise für Stern- und Dreieckschaltung nur bei 100 Prozent Spannung.

Bei abweichender Spannung müssen die Ströme mit dem Faktor U/U_{Nenn} beaufschlagt werden. Dies bedeutet, dass für jeden Zeitschritt der für die Schaltung jeweils gültige Heylandkreis immer wieder neu ermittelt werden muss.

PSS SINCAL unterstützt nur reinen Motorbetrieb. Dies bedeutet, dass alle Punkte des Kreises zwischen I_{Anl} und I_{Leer} im ersten Quadranten der komplexen Ebene liegen müssen.

2.1.2 Verlauf Lastmoment

Der Verlauf des Lastmomentes muss für den kompletten Drehzahlbereich des Motors zur Verfügung stehen. Das Lastmoment wird unabhängig von den elektrischen Eigenschaften und Eigenheiten des Netzes behandelt. Damit der Motor seine Drehzahl erreichen kann, muss das Lastmoment immer kleiner als das Motormoment sein.

Neben dem Drehzahl/Drehmoment-Verlauf der Last muss auch noch das Massenträgheitsmoment der Last J_{Last} angegeben werden.

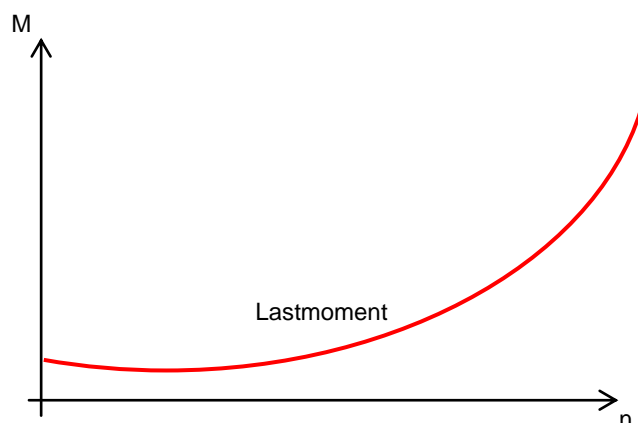


Bild: Drehzahl/Drehmoment-Verlauf eines Lüfters

2.1.3 Verlauf Motormoment

Der Verlauf des Motormomentes muss für den kompletten Drehzahlbereich und der jeweiligen Schaltung des Motors zur Verfügung stehen. Wenn der Verlauf nur für eine Schaltungsart eingegeben wird, gilt:

$$M_{\text{Stern}} = \frac{1}{3} * M_{\text{Dreieck}}$$

$$M_{\text{Dreieck}} = 3 * M_{\text{Stern}}$$

Bei dem Motormoment wird zusätzlich noch das Massenträgheitsmoment des Motors J_{Motor} angegeben.

Das Motormoment ist abhängig von der Spannung an der Motorklemme und von der magnetischen Sättigung. Das Motormoment in der Kennlinie gilt prinzipiell für Nennspannung. In der Berechnung ist daher das Motormoment mit folgender Formel umzurechnen:

$$M = \left(\frac{U}{U_{\text{Nenn}}} * F_{\text{Sättigung}} \right)^2$$

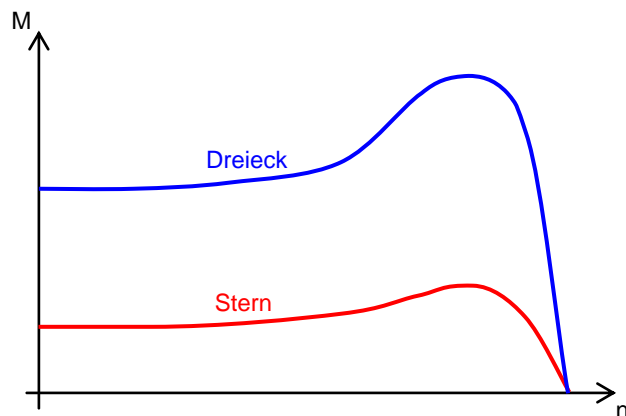


Bild: Drehzahl/Drehmoment-Verlauf eines Motors

2.1.4 Verlauf Motorstrom

Der Verlauf des Motorstromes muss für den kompletten Drehzahlbereich und der jeweiligen Schaltung des Motors zur Verfügung stehen. Wenn der Verlauf nur für eine Schaltungsart eingegeben wird, so gilt:

$$I_{\text{Stern}} = \frac{1}{3} * I_{\text{Dreieck}}$$

$$I_{\text{Dreieck}} = 3 * I_{\text{Stern}}$$

Der Motorstrom ist abhängig von der Spannung an der Motorklemme und von der magnetischen Sättigung. Der Strom in der Kennlinie gilt prinzipiell für Nennspannung. In der Berechnung ist daher der Strom mit folgender Formel umzurechnen:

$$I = \frac{U}{U_{\text{Nenn}}} * F_{\text{Sättigung}}$$

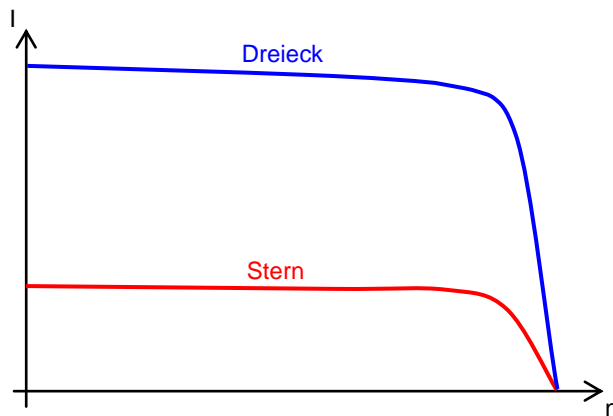


Bild: Strom/Drehzahl-Verlauf eines Motors

2.2 Ermittlung der Motorleistung bei Hochlauf

Aus den obig beschriebenen Motor- und Lastdaten sowie deren Verhalten in Abhängigkeit von der Spannung an der Motorklemme wird der Hochlaufvorgang berechnet.

Für die Bestimmung der Spannung an der Motorklemme U_{Motor} zum Einschaltzeitpunkt t_{Ein} wird zuerst ein Startlastfluss ohne hochlaufende Motoren gerechnet. Die Drehzahl des Motors n_{Motor} ist zum Einschaltzeitpunkt gleich Null.

Mit der Motordrehzahl n_{Motor} kann aus dem Drehzahl-Drehmoment-Verlauf des Motors das aktuelle Motordrehmoment durch Interpolation für Nennspannung ermittelt werden. An der Motorwelle steht jedoch je nach Spannung und Sättigung ein zu beaufschlagendes Drehmoment zur Verfügung.

$$M_{\text{Motor}} = f\left(\frac{M_{\text{Motor}}}{n_{\text{Motor}}}\right) * \left(\frac{U_{\text{Motor}}}{U_{\text{Nenn}}} * F_{\text{Sättigung}}\right)^2$$

Weiters kann mit der Motordrehzahl n_{Motor} und dem Strom-Drehzahl-Verlauf des Motors der aktuelle Motorstrom durch Interpolation für Nennspannung ermittelt werden. Der Strom ist jedoch noch je nach Spannung und Sättigung zu beaufschlagen.

$$I_{\text{Motor}} = f\left(\frac{I_{\text{Motor}}}{n_{\text{Motor}}}\right) * \frac{U_{\text{Motor}}}{U_{\text{Nenn}}} * F_{\text{Sättigung}}$$

Mit der Motordrehzahl n_{Motor} kann aus dem Drehzahl-Drehmoment-Verlauf der Last das aktuelle Gegendrehmoment durch Interpolation ermittelt werden.

$$M_{\text{Last}} = f\left(\frac{M_{\text{Last}}}{n_{\text{Motor}}}\right)$$

Die Drehmomentdifferenz ergibt sich somit zu

$$M_{\text{Diff}} = M_{\text{Motor}} - M_{\text{Last}}$$

Wenn die Drehmomentdifferenz kleiner der geforderten Drehmomentgenauigkeit ist, ist der Hochlaufvorgang beendet.

Mit der Drehmomentdifferenz und dem gesamten Massenträgheitsmoment des Maschinensatzes ergibt sich eine Winkelbeschleunigung

$$a_{\text{Winkel}} = \frac{M_{\text{Diff}}}{(J_{\text{Last}} + J_{\text{Motor}})}$$

Aus Winkelbeschleunigung und Zeitschritt ergibt sich eine Kreisfrequenz bzw. eine Drehzahländerung.

$$\Delta\omega = a_{\text{Winkel}} * \Delta t$$

$$\Delta n = \Delta\omega * \frac{60}{2\pi}$$

Während des Hochlaufvorganges ist für jeden Motor eine maximale Drehzahländerung je Zeitschritt festgelegt. Die maximale Drehzahländerung wird von Zeitschritt zu Zeitschritt immer kleiner, um in den steil abfallenden Motorkennlinien den Arbeitspunkt genauer bestimmen zu können. Die maximale Drehzahländerung Δn_{max} ist immer 5 Prozent von der Differenz zur synchronen Drehzahl n_{syn} des Motors.

$$\Delta n_{\text{max}} = \frac{(n_{\text{syn}} - n_{\text{Motor}})}{20}$$

Ist die maximale Drehzahländerung überschritten, muss der aktuelle Zeitpunkt verworfen werden und mit einem kleineren Zeitschritt die Berechnung wiederholt werden. Der neue Zeitschritt ergibt sich aus der maximalen Drehzahländerung.

$$\Delta t_{\text{max}} = \Delta n_{\text{max}} * \frac{2\pi}{60} * \frac{1}{a_{\text{Winkel}}}$$

Mit Motorstrom und Motorspannung kann nun die Motorscheinleistung berechnet werden.

$$S_{\text{Motor}} = \sqrt{3} * I_{\text{Motor}} * U_{\text{Motor}}$$

Über den Absolutwert des komplexen Stromes kann über den Heylandkreis der Winkel des Stromes ermittelt werden. Der Stromzeiger beginnt in der komplexen Ebene immer im Koordinatenursprung. Die Spitze des Stromzeigers muss auf dem Kreisbogen liegen. Der Heylandkreis wird dabei immer vom Punkt I_{Anl} aus in Richtung I_{Leer} durchlaufen. Mit der Vorgabe dieser Durchlaufrichtung ist immer eine eindeutige Bestimmung des Winkel φ des komplexen Motorstromes I_{Motor} möglich.

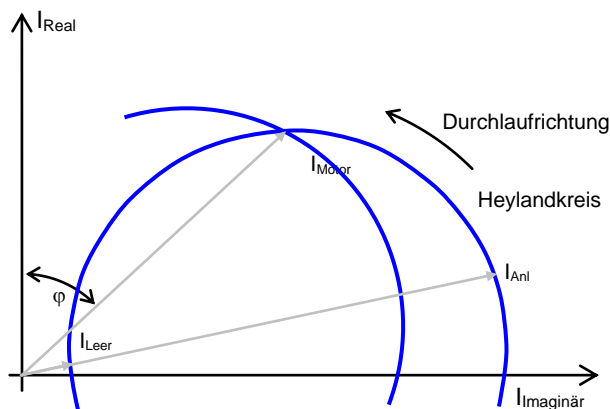


Bild: Winkelermittlung aus Motorstrom und Heylandkreis

Die Motorwirk- und Motorblindleistung für den nächsten Zeitschritt ergibt sich zu:

$$P_{\text{Motor}} = S_{\text{Motor}} * \cos(\varphi)$$

$$Q_{\text{Motor}} = S_{\text{Motor}} * \sin(\varphi)$$

Um die Motordaten auf Gültigkeit zu überprüfen, wird neben der zugeführten elektrischen Wirkleistung auch noch die abgegebene mechanische Leistung an der Motorwelle berechnet.

$$P_{\text{Mech}} = M_{\text{Motor}} * n_{\text{Motor}} * \frac{2\pi}{60}$$

Die Bedingung $P_{\text{Mech}} < P_{\text{Motor}}$ muss immer erfüllt sein.

Wenn ein Stern-Dreieck-Anlauf gerechnet werden soll und der Motor noch in Sternschaltung betrieben wird, muss überprüft werden, ob der aktuelle Motorstrom I_{Motor} bereits kleiner als der Umschaltstrom I_{YD} ist. Wenn ja, muss die Verschaltung von Stern auf Dreieck abgeändert und der Motorstrom mittels Interpolation neu ermittelt werden. Wirk- und Blindleistung des Motors müssen ebenfalls neu ermittelt werden.

Nach allen Überprüfungen wird die Motordrehzahl n_{Motor} um die Drehzahländerung Δn erhöht und der nächste Zeitschritt gerechnet.

2.3 Strombegrenzung bei Hochlauf

Während des Hochlaufvorganges kann der Strom über einen maximalen Strom und/oder mittels Spartransformator begrenzt werden.

Maximaler Strom

Der über die Kennlinie angegebene Motorstrom wird auf die Angabe des maximalen Stromes begrenzt. Das Drehmoment des Motors bricht dadurch im Verhältnis maximaler Strom zu Kennlinienstrom ein.

Spartransformator

Während des Hochlaufvorganges kann dem Motor ein Spartransformator zeitabhängig vorgeschaltet werden. Die Impedanz und das Übersetzungsverhältnis des Spartransformators können in fünf Zeitstufen variiert werden.

Durch die zusätzliche Impedanz ergibt sich eine kleinere Spannung am Motor. Das Drehmoment des Motors bricht dadurch quadratisch im Verhältnis Spannung zu Motornennspannung ein.

Die Impedanz des Spartransformators ergibt sich wie folgt.

$$\underline{Z}_i = \left(\frac{U_{NN}}{U_{Nmi}} \right)^2 * \frac{u_{ki}}{S_N * 100} * \frac{\left(\frac{R}{X} + j \right)}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{X} \right)^2}}$$

\underline{Z}_i ... Impedanz der aktuellen Zeitstufe

U_{NN} ... netzseitige Nennspannung

U_{Nmi} ... motorseitige Nennspannung der aktuellen Zeitstufe

u_{ki} ... Kurzschlussspannung der aktuellen Zeitstufe

S_N ... Nennscheinleistung

R/X ... Verhältnis R zu X

Kondensatorblock

Während des Hochlaufvorganges kann dem Motor ein Kondensatorblock zeitabhängig parallel zugeschaltet werden. Die Kondensatorleistung kann in fünf Zeitstufen variiert werden.

Durch die zusätzliche kapazitive Leistung am Anschlussknoten des Motors wird die vom Motor benötigte Blindleistung nicht komplett über das Netz, sondern auch direkt am Knoten geliefert. Der Spannungseinbruch am Motorknoten wird dadurch während des Hochlaufens geringer.

Die Leistung des Kondensatorblocks ergibt sich wie folgt:

$$\underline{S}_i = S_{ki} * \left(\frac{R}{X} + j \right)$$

\underline{S}_i ... Leistung der aktuellen Zeitstufe

S_{ki} ... Kondensatorscheinleistung der aktuellen Zeitstufe

R/X ... Verhältnis R zu X

3. Verfahren Vereinfachter Motoranlauf

Dieses Simulationsverfahren ist eine vereinfachte Form des Motoranlaufes, mit dem die maximalen Auswirkungen (Spannungseinbruch, Überlastung von Betriebsmitteln) hochlaufender Motoren bestimmt werden können.

Bei diesem Verfahren wird im Wesentlichen nur eine normale Lastflussberechnung durchgeführt, bei der ausgewählte Motoren hochlaufen und alle anderen im Netz vorhandenen Motoren sich wie Impedanzlasten verhalten. Von der vereinfachten Motoranlaufberechnung werden normale Lastflussergebnisse generiert. Anhand der Strom- und Spannungsverteilung im Netz können die Auswirkungen der anlaufenden Motoren analysiert werden.

Das Anlaufen von Motoren wird vereinfacht durch die bereits bei der Asynchronmaschine vorhandenen Eingabedaten R/X und Ia/In nachgebildet. Für Motoren, die mit dem NEMA-Modell beschrieben wurden, werden die erforderlichen Daten für den Motoranlauf aus den Werten des Park'schen Modells errechnet. Falls bei der Asynchronmaschine erweiterte Daten zum Motoranlauf vorgegeben wurden, werden diese berücksichtigt.

3.1 Start des Vereinfachten Motoranlaufes

Um einen vereinfachten Motoranlauf durchzuführen, müssen zuerst alle Asynchronmaschinen, die als "hochlaufend" betrachtet werden sollen, markiert werden. Dann kann der vereinfachte Motoranlauf über das Kontextmenü gestartet werden.

Im folgenden Beispiel wird ein Ausschnitt aus einem Industrienetz mit Asynchronmaschinen dargestellt. Die Auswirkungen des Hochlaufens der Asynchronmaschinen AY6 und AY5 sollen untersucht werden.

Im folgenden Bild werden die normalen Lastflussergebnisse dargestellt.

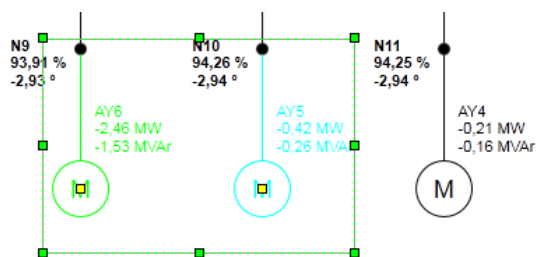


Bild: Asynchronmaschinen mit normalen Lastflussergebnissen

Für die beiden markierten Asynchronmaschinen wird das Kontextmenü geöffnet und der vereinfachte Motoranlauf gestartet.

Verfahren Vereinfachter Motoranlauf

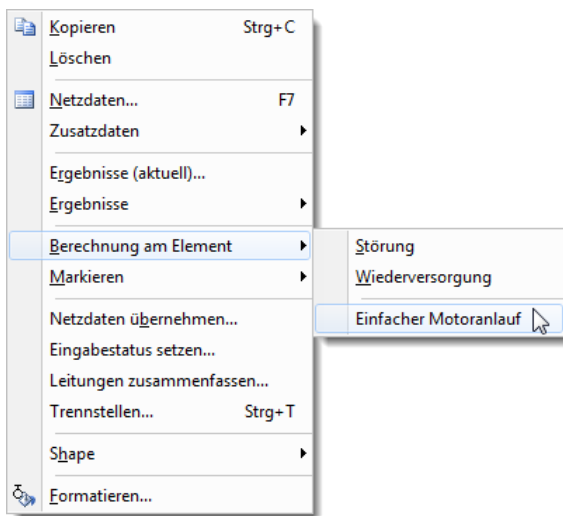


Bild: Kontextmenü zum Starten des vereinfachten Motoranlaufes

Nach der vereinfachten Motoranlaufberechnung werden im Netz folgende Ergebnisse bereitgestellt.

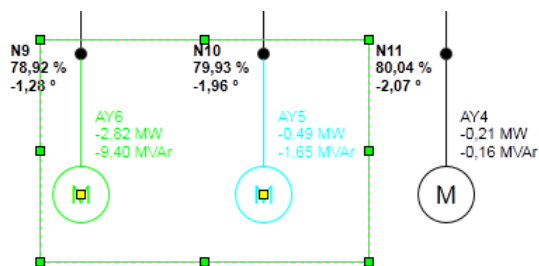


Bild: Asynchronmaschinen mit Ergebnissen nach vereinfachter Motoranlaufberechnung

Wie im Bild ersichtlich ist, sind die dargestellten Leistungswerte der Asynchronmaschinen AY6 und AY5 wesentlich höher als im normalen Lastflusszustand. An den Knoten ist der durch den Motoranlauf verursachte maximale Spannungseinbruch sehr gut ersichtlich.