



AMK
Softwarebeschreibung
Simulationsmodell Solarwechselrichter
Funktionsblöcke zur Simulation
unter MATLAB®/Simulink®

Version: 2017/04

Teile-Nr.: 204559

"Original Dokumentation"

AMK

Impressum

Name: PDK_204559_Simulation_SolarWR

Version:

Version: 2017/04	
Änderung	Kurzzeichen
<ul style="list-style-type: none"> • Symbole auf DIN EN ISO 7010 umgestellt. • Glossar aktualisiert 	STL

Bisherige Version: 2015/19

Produktstand:

Produkt	Firmware Version (AMK Teile-Nr.)	Hardware Version (AMK Teile-Nr.)
AMK Simulation	Freigabe in Vorbereitung	-

Schutzvermerk:

© AMK Arnold Müller GmbH & Co. KG

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlagen, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts wird nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zum Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmustereintragung vorbehalten.

Vorbehalt:

Änderungen im Inhalt der Dokumentation und Liefermöglichkeit der Produkte sind vorbehalten.

Herausgeber:

AMK Arnold Müller GmbH & Co. KG

Gaußstraße 37-39

D-73230 Kirchheim/Teck

Deutschland

Tel.: +49 7021/50 05-0

Fax: +49 7021/50 05-176

E-Mail: info@amk-group.com

Persönlich haftende Gesellschafterin: AMK Verwaltungsgesellschaft mbH, Kirchheim/Teck

Registergericht: Stuttgart HRB 231283; HRA 230681

Ust.-Id.-Nr.: DE 145912804

Service:

Tel.: +49 7021/50 05-190, Fax -193

Zur schnellen und zuverlässigen Behebung der Störung tragen Sie bei, wenn Sie unseren Service informieren über:

- die Typenschildangaben der Geräte
- die Softwareversion
- die Gerätekonstellation und die Applikation
- die Art der Störung, vermutete Ausfallursache
- die Diagnosemeldungen (Fehlernummern)

E-Mail: service@amk-antriebe.de

Internetadresse:

www.amk-group.com

Inhalt

Impressum	2
1 Zu dieser Dokumentation	4
1.1 Aufbewahrung	4
1.2 Zielgruppe	4
1.3 Zielsetzung	4
1.4 Gültigkeit	4
1.5 Darstellungskonventionen	4
1.6 Zugehörige Dokumente	5
2 Einführung	6
2.1 Produktbeschreibung	6
2.2 Prinzip der Regelung	7
3 Installation der Simulationsbausteine	8
3.1 PC-Voraussetzungen	8
3.2 Softwarepaket	8
3.3 Software installieren	9
3.4 Lizenzschlüssel	10
4 Beispielprojekt 'test_umgebung'	12
4.1 Einstellung	12
4.2 Simulationsergebnis	13
5 Simulationsbausteine	15
5.1 Subsystem 'KE_PLC'	15
5.2 Funktionsblock 'KE_PLC'	16
5.3 Funktionsblock 'SolarGenerator'	18
5.4 Subsystem 'Netz1'	19
5.5 Funktionsblock 'Simulation Netz'	20
6 Konfiguration und Parametrierung	24
6.1 'SIM.txt' - Erläuterungen zur Beschreibungsdatei	24
6.2 Gerätekonfigurationen	27
6.3 'KE_System.txt' - Erläuterungen zur Beschreibungsdatei	27
6.4 'NetzInfo.txt' - Erläuterungen zur Beschreibungsdatei	31
6.4.1 Übersicht der vordefinierten Spannungsfehler	34
6.4.2 Übersicht der vordefinierten Frequenzfehler	35
6.5 Einbindung extern modellierter Netze	35
7 Tipps für die Praxis	39
7.1 Resonanzen bei Wechselrichtern mit Trafo	39
Glossar	40
Ihre Meinung zählt!	41

1 Zu dieser Dokumentation

1.1 Aufbewahrung

Dieses Dokument muss ständig dort verfügbar und einsehbar sein, wo das Produkt im Einsatz ist. Wird das Produkt an einem anderen Ort eingesetzt oder wechselt den Besitzer, muss das Dokument mitgegeben werden.

Der Softwarelizenznehmer muss die Dokumentation aufbewahren und dem Anwender zur Verfügung stellen.

1.2 Zielgruppe

Dieses Dokument muss von jeder Person gelesen, verstanden und beachtet werden, die berechtigt ist und beabsichtigt, eine der folgenden Arbeiten auszuführen.

- Projektieren



Kenntnisse zum Umgang mit dem Simulationsprogramm MATLAB® / Simulink® sind Voraussetzung zur Anwendung der Simulationsbausteine.

1.3 Zielsetzung

Das vorliegende Dokument beschreibt Subsysteme und Funktionsblöcke, mit denen unter MATLAB® / Simulink® ein Zentralwechselrichter einschließlich Netznachbildung simuliert werden kann.

Dieses Dokument richtet sich an alle Personen, die mit dem Produkt umgehen, und informiert zu folgenden Themen:

- Produktkennung und Identifikation
- Projektierung, Planung und Auslegung der Anwendung
- Inbetriebnahme und Betrieb

1.4 Gültigkeit

Diese Dokumentation beschreibt:

- Funktionsblöcke
 - 'KE_PLC', basierend auf der Regelungssoftware KE-E10 V4.01 2013/39 (204768)
 - 'SolarGenerator'
 - 'Simulation Netz'
- Subsysteme
 - 'KE_PLC'
 - 'Netz1'
- Vorgehensweise bei der Installation
- Anwendung der Funktionsblöcke an einer Beispielsimulation
- Schnittstellen der Funktionsblöcke
- Fehlbedienungen und Fehlerreaktionen
- Beschreibungsdateien 'SIM.txt', 'KE_System.txt' und 'NetzInfo.txt'
- Anbindung des Subsystems 'KE_PLC' an ein externes nicht mitgeliefertes Netz
- Vorgehensweise bei der Instanzierung des Funktionsblocks KE_PLC

1.5 Darstellungskonventionen

Darstellung	Bedeutung
	Diese Textstelle verdient Ihre besondere Aufmerksamkeit!
0x	0x gefolgt von einer Hexadezimalzahl, z. B. 0x500A

Darstellung	Bedeutung
'Namen'	z. B.: Die Funktion 'PLC Programm löschen' aufrufen. Parameter Namen, z. B. ID2 'SERCOS-Zykluszeit' Variablenamen, z. B. Die Variable 'udAccel' beschreibt den Wert der Beschleunigung Diagnosemeldungen, z. B. 1042 'Phasenausfall' Sichere Parameter, z. B. Prm67 'Sichere Maximaldrehzahl SMS'
→	Ablauf einer Eingabe- / Bedienfolge z. B. 'Start' → 'Alle Programme' → 'Zubehör' → 'Editor' z. B. 0 → 1 Flanke
Schrifttyp Courier	Der Schrifttype Currier wird verwendet, um Quelldaten vom restlichen Text abzuheben, z. B. Programmcode
4500.0e-6	4500,0 x 10 ⁻⁶

1.6 Zugehörige Dokumente

Relevante Normen und Richtlinien

AMK Teile-Nr.	Titel
-	Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten Teil 3, 4 und 8 Herausgeber: FGW e.V. - Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbaren Energien

Produktdokumentationen

AMK Teile-Nr.	Titel
203346	Zentralwechselrichter

Funktionale Dokumentationen

AMK Teile-Nr.	Titel
25786	Diagnosemeldungen
202234	Softwarebeschreibung AIPLEX PRO (PC Software zur Inbetriebnahme und Parametrierung)
203704	Parameterbeschreibung KE (CAN / Ethernet)

2 Einführung

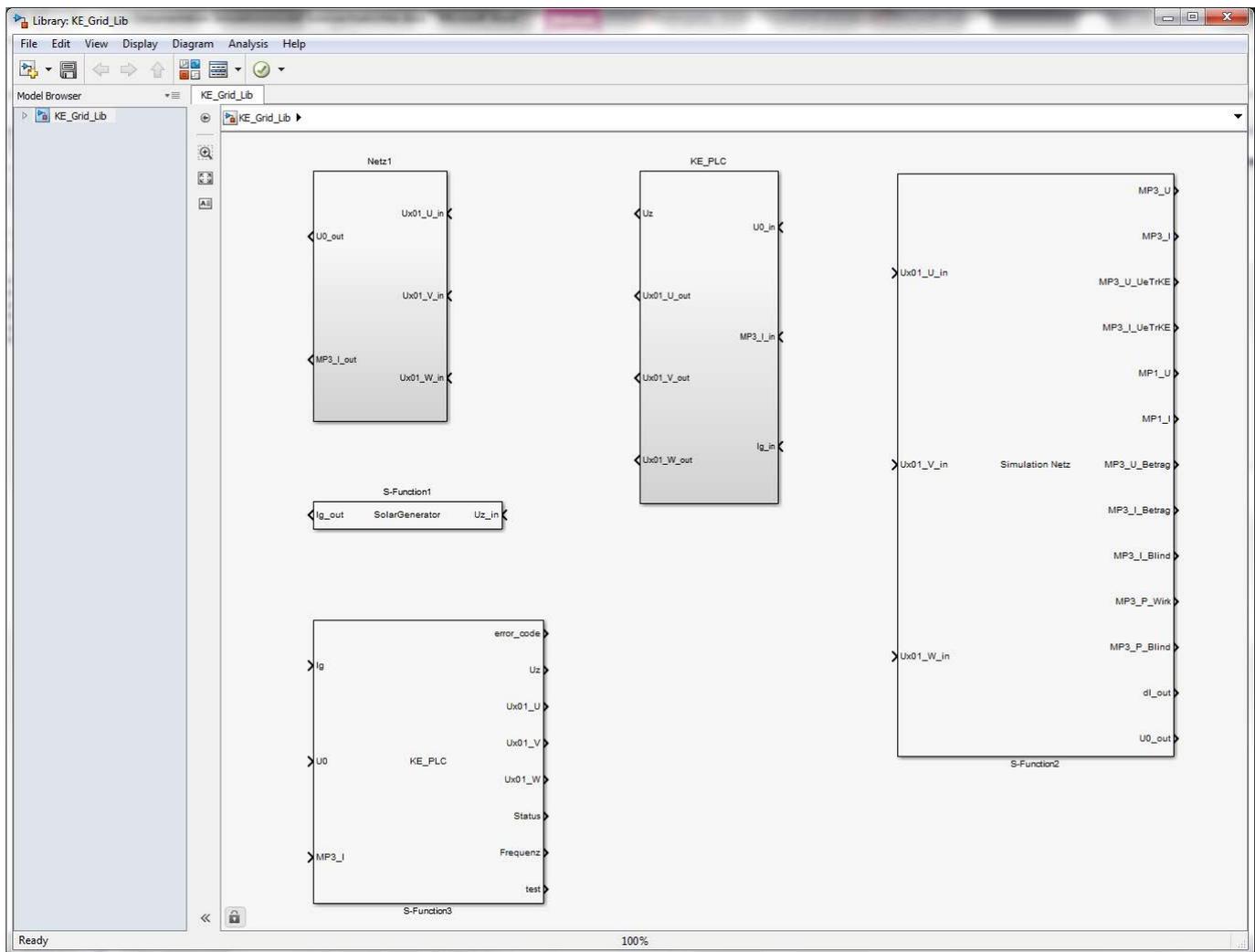
2.1 Produktbeschreibung

Mit dem vorliegenden Softwarepaket kann ein AMK Zentralwechselrichter für Solaranlagen einschließlich dem Solargenerator und dem Netz in MATLAB®/Simulink® simuliert werden. Basis ist Matlab Simulink ab Version 2013b (32 Bit). Drei Funktionsblöcke und zwei Subsysteme werden in einer Bibliothek (Simulink Bibliothek: 'KE_Grid_Lib.mdl') bereitgestellt, die in Simulink-Modelle eingefügt und verknüpft werden können.

Mit Hilfe dieser Simulation kann das Verhalten eines Zentralwechselrichters dargestellt werden. Der Zusammenhang zwischen Solargenerator und Netz kann untersucht werden, man kann den Einfluss von Parameteränderungen abschätzen oder in der Realität schwer nachstellbare Abläufe betrachten.

Beim Einsatz der Simulation muss berücksichtigt werden, dass es sich um idealisierte Modelle handelt, die nicht alle in der Realität auftretenden Einflüsse exakt nachbilden können.

Simulink-Bibliothek 'KE_Grid_Lib'



Funktionsblock 'KE_PLC'

Der Funktionsblock 'KE_PLC' bildet das Verhalten eines Zentralwechselrichters nach. Das schließt die Kompakteinspeisung KES mit Regelungssoftware, IGBT-Brücke zur Ausgabe der Phasenspannungen, einer Zwischenkreiskapazität und Ladewiderstände sowie die PLC ein. Die Simulation verwendet die original Softwarequellen, wie sie auch im Gerät verwendet werden.

Funktionsblock 'SolarGenerator'

Der Funktionsblock 'SolarGenerator' bildet die Kennlinie eines Solargenerators nach und berechnet den Strom aus der anliegenden Spannung.

Funktionsblock 'Simulation Netz'

Der Funktionsblock 'Simulation Netz' modelliert ein Mittelspannungsnetz mit eingebauter Prüfeinrichtung entsprechend der Technischen Richtlinie für Erzeugungseinheiten (Teil 4), mit einer Zuleitungsimpedanz, den externen Komponenten bestehend aus optionalem KE-Trafo, Vorschalt-drossel, Kommutierungsdrossel und Hauptschütz.

Subsystem 'KE_PLC'

Das Subsystem 'KE_PLC' enthält den Funktionsblock 'KE_PLC' sowie Auswertemodule zur Visualisierung der Simulationsergebnisse.

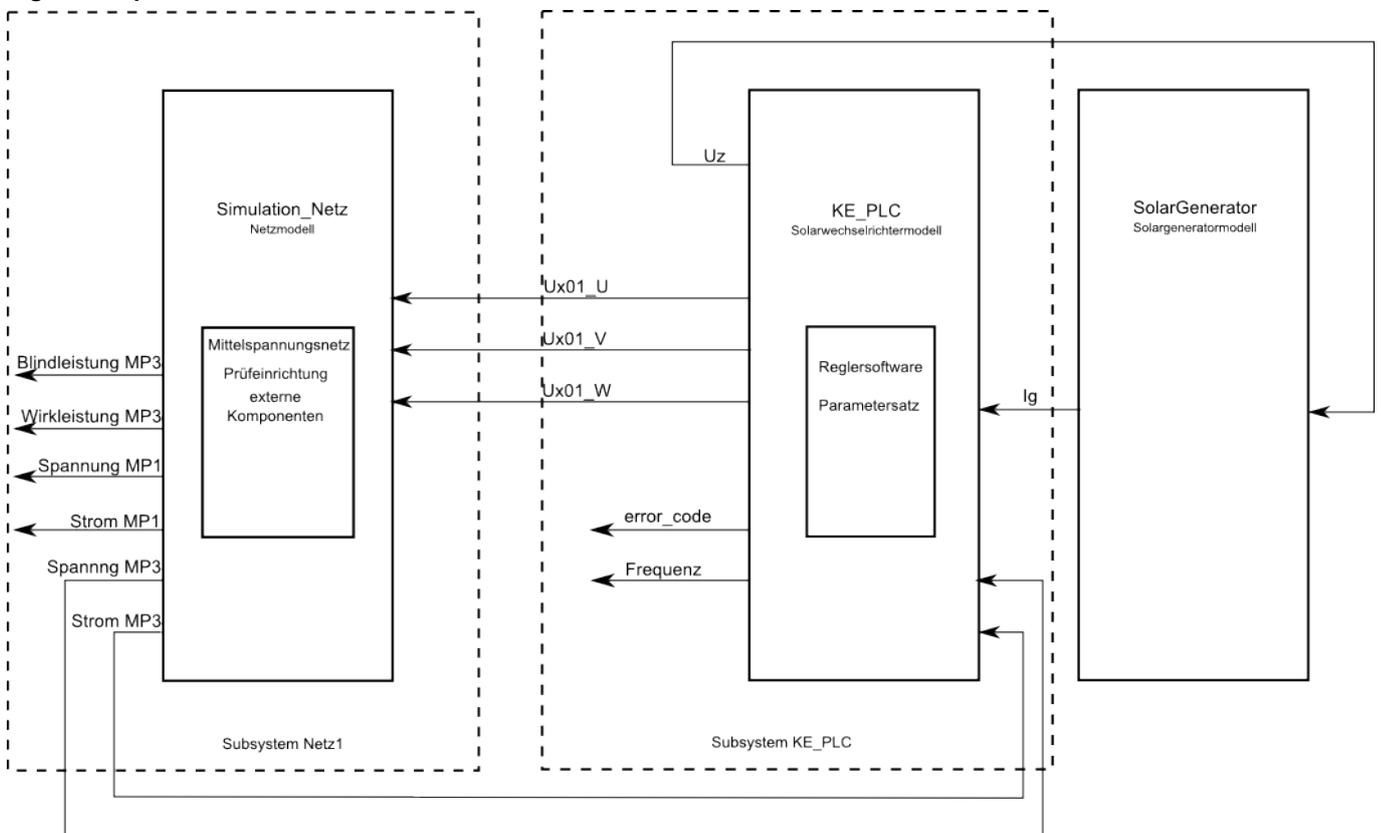
Subsystem 'Netz1'

Das Subsystem 'Netz1' enthält den Funktionsblock 'Simulation Netz' sowie Auswertemodule zur Visualisierung der Simulationsergebnisse.

2.2 Prinzip der Regelung

Das nachfolgende Bild zeigt den typischen Signalfluss zwischen den Funktionsblöcken und Subsystemen, die in der Bibliothek 'KE_Grid_Lib.mdl' eingegliedert sind.

Signalflussplan



Am Eingang des Subsystems 'KE_PLC' werden die drei am 'MP3' gemessenen Netzspannungen und Netzströme aus dem Funktionsblock 'Simulation Netz' übergeben. Außerdem wird der Solargeneratormstrom ('I_g in') benötigt, der in den Zwischenkreis fließt.

Die Zwischenkreisspannung 'U_z' steht als Ausgang zur Verfügung und kann dem Funktionsblock 'SolarGenerator' übergeben werden. Die Ausgänge der Endstufe des Zentralwechselrichters können mit den Netzeingängen des Subsystems 'Netz1' verknüpft werden.

Das Subsystem 'Netz1' beinhaltet den 'S-Function' Block 'Simulation Netz' und kleine Blöcke zur Visualisierung der Simulationsergebnisse. 'Netz1' bildet für sich allein gesehen eine abgeschlossene Einheit, ist aber ausschließlich dazu gedacht mit dem Subsystem 'KE_PLC' zusammenschaltet zu werden, um ein funktionierendes System aus Zentralwechselrichter und Mittelspannungsnetz zu bilden.

Spannung, Strom, Leistung und Frequenz können an verschiedenen Messpunkten (MP1 und MP3) beobachtet werden.

3 Installation der Simulationsbausteine

3.1 PC-Voraussetzungen

PC mit Windows XP oder Windows 7
 Freier Festplattenspeicher 3 MB
 MATLAB/Simulink ab Version 2013b (32 Bit)

3.2 Softwarepaket

Das Softwarepaket zur AMK Simulation enthält die folgenden Dateien:

Datei	Beschreibung
Installation / Deinstallation	
SetupSolarSim_100.exe	Installationsarchiv
uninstall.exe	entfernt alle Dateien und Registrierungseinträge
Simulink Bibliothek	
KE_Grid_Lib.mdl	Bibliothek mit den Funktionsblöcken KE_PLC, SolarGenerator, Simulation Netz und Subsysteme KE_PLC, Netz1
Funktionsblöcke zur Simulation des Zentralwechselrichters	
KE_PLC_v2.mexw32	Ausführbare Datei zum Block KE_PLC
PLCLoad.dll	wird von KE_PLC benötigt
SimImportParam.dll	wird von KE_PLC benötigt
solar.dll	wird von KE_PLC benötigt
SimKeControl.dll	wird von KE_PLC benötigt
LookUp.dll	wird von allen Blöcken benötigt
Funktionsblock zur Simulation des Solargenerators	
SimSolarGen_v1.mexw32	Ausführbare Datei zum Block SolarGenerator
Funktionsblock zur Simulation des Netzes	
simGrid.mexw32	Ausführbare Datei zum Block Simulation Netz
Simulationsbeispiel	
test_umgebung.mdl	Beispiel Projekt unter MATLAB/Simulink
S44_WTB.xml	Exportierter Parametersatz für Zentralwechselrichter S44 (KES 60) mit Trafo
S44_W0B.xml	Exportierter Parametersatz für Zentralwechselrichter S44 (KES 60) ohne Trafo
S50_WTB.xml	Exportierter Parametersatz für Zentralwechselrichter S50 (KES 60) mit Trafo
S60_W0B.xml	Exportierter Parametersatz für Zentralwechselrichter S60 (KES 60) ohne Trafo
S88_WTB.xml	Exportierter Parametersatz für Zentralwechselrichter S88 (KES 120) mit Trafo
S88_W0B.xml	Exportierter Parametersatz für Zentralwechselrichter S88 (KES 120) ohne Trafo
S100_WTB.xml	Exportierter Parametersatz für Zentralwechselrichter S100 (KES 120) mit Trafo
S120_W0B.xml	Exportierter Parametersatz für Zentralwechselrichter S120 (KES 120) ohne Trafo
KE_System.txt	Hardwareparameter für KES, Drosseln, Trafo; PLC Konfiguration
Netzinfo.txt	Parameter für Netzsimulation
SIM.txt	Beschreibungsdatei für alle Blöcke des Beispiels

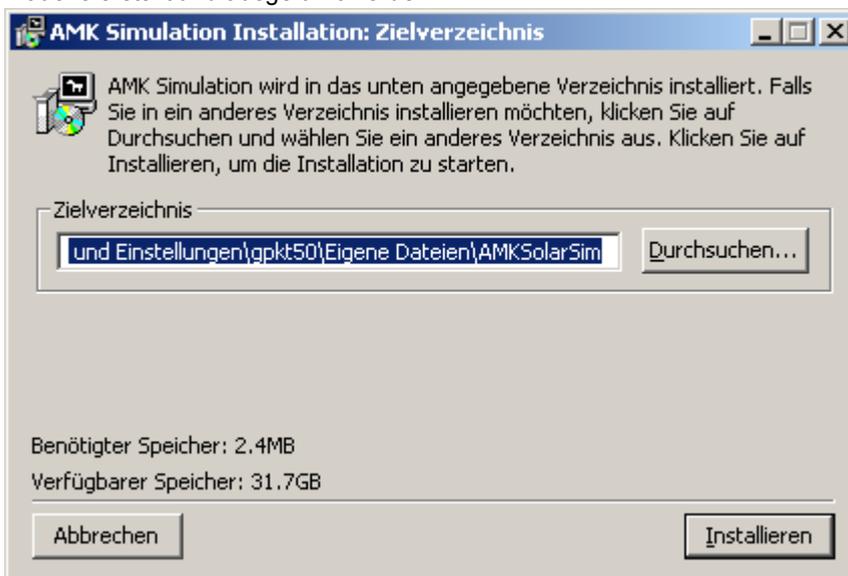
3.3 Software installieren

Das Softwarepaket wird aus der Datei 'SetupSolarSim_100.exe' heraus installiert.

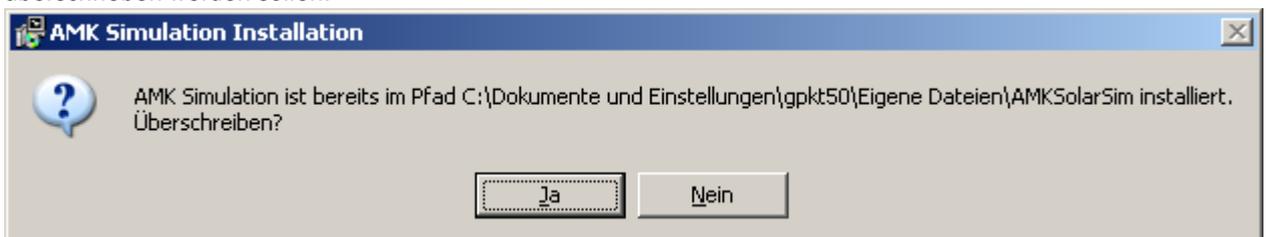
1. Starten Sie 'SetupSolarSim_100.exe'
2. Wählen Sie eine Sprache aus, in der die Installation geführt werden soll:



3. Stellen Sie das Zielverzeichnis ein und starten Sie mit **'Installieren'**:
Als Zielverzeichnis wählen Sie den Pfad, der später als Matlab-Arbeitsverzeichnis dienen soll, in dem die Simulink-Modelle erstellt und ausgeführt werden.



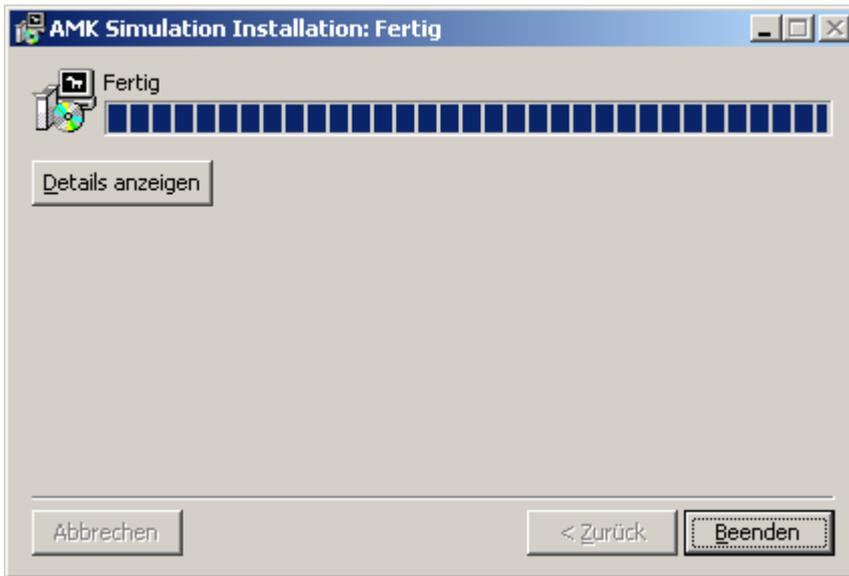
4. Falls im gewählten Pfad bereits Dateien des AMK Simulationspakets enthalten sind, werden Sie gefragt, ob die Daten überschrieben werden sollen:



Bestätigen Sie oder brechen Sie den Vorgang ab.

5. Die Dateien des Softwarepaketes werden in das gewählte Zielverzeichnis kopiert.

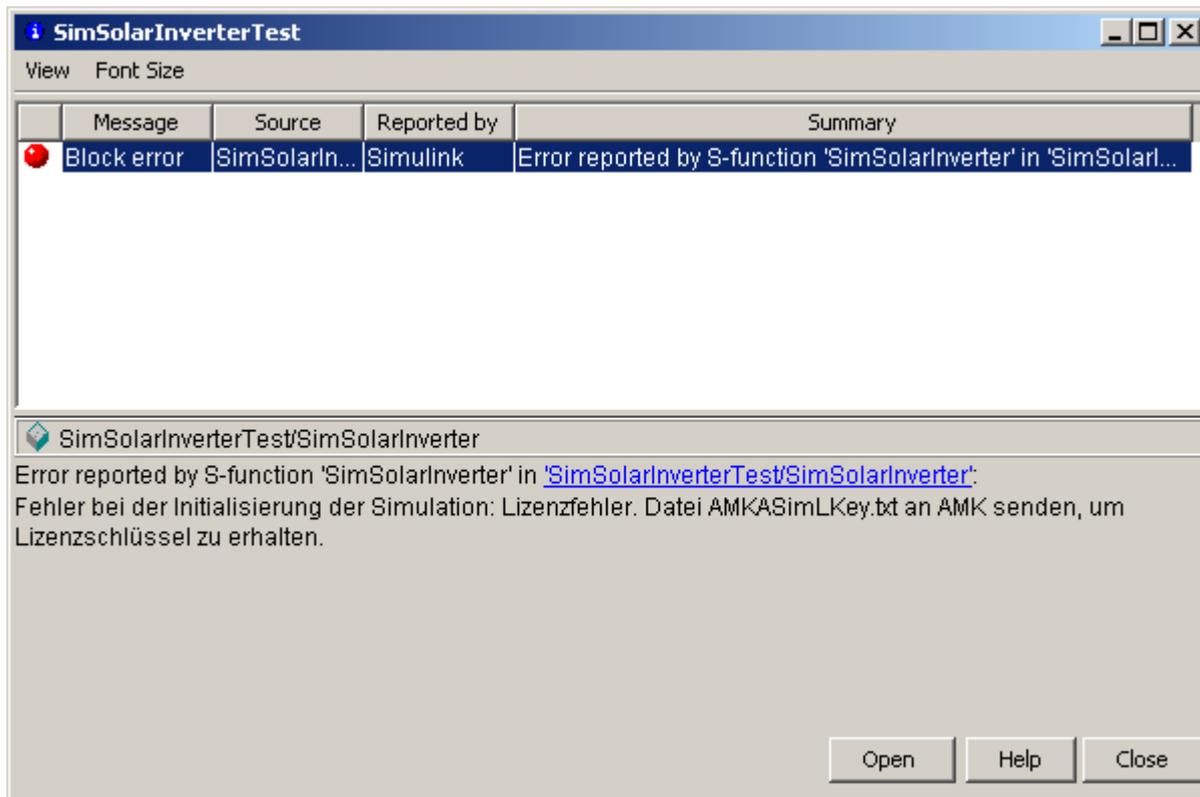
6. Schließen Sie die Installation mit 'Beenden'



3.4 Lizenzschlüssel

Das Simulationsmodell kann ohne Lizenzschlüssel erstellt werden. Erst zum Start der ersten Simulation, auch des Beispielprojekts, wird die Lizenzdatei benötigt.

Ist kein Lizenzschlüssel vorhanden, bricht die Simulation mit der folgenden Meldung ab:



Im Zielverzeichnis wird eine Datei 'AMKASimLKey.txt' erstellt. Bitte senden Sie die Datei 'AMKASimLKey.txt' an Ihren AMK Kundenbetreuer.

Sie erhalten einen Lizenzschlüssel in Form einer Datei 'AMKASim.key'. Diese Datei müssen Sie in das Verzeichnis Windows\System32 auf den selben PC kopieren, der auch die Anforderung generiert hat.

Nachdem der Lizenzschlüssel kopiert ist, kann die Software verwendet werden.



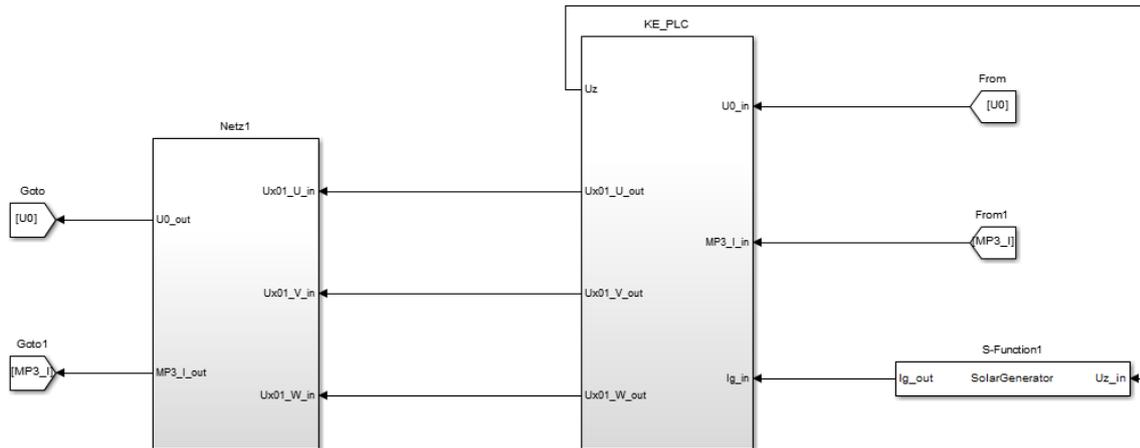
Der Lizenzschlüssel gilt nur für den PC, auf dem auch die Anforderungsdatei generiert wurde.

4 Beispielprojekt 'test_umgebung'

Mit dem Softwarepaket 'AMK Simulation' wird das Beispielprojekt 'test_umgebung.mdl' ausgeliefert. Es ist ein Beispiel für die Anwendung der Blöcke aus der Bibliothek 'KE_Grid_Lib.mdl' und basiert auf den Daten eines Zentralwechselrichters 'S120-W0B'.

Die Parameter für die Simulation sind in der Datei 'SIM.txt', in der Beschreibung 'SIM' festgelegt. Dort wird auf weitere Dateien verwiesen, die die benötigten Daten enthalten.

Beispielprojekt 'test_umgebung'



Die Signale 'Ux01_U_out', 'Ux01_V_out' und 'Ux01_W_out' entsprechen den Anschlusspunkten der Endstufe des Zentralwechselrichters. Die Anschlusspunkte werden als Eingangssignale dem Subsystem 'Netz1' übergeben. Das Netz liefert als gemessene Größen die Spannung 'U0' am Messpunkt 3 und die Ströme 'MP3_I_out' am Messpunkt 3 zurück an den Zentralwechselrichter.

Der Solargenerator erhält als Eingangsgröße die Zwischenkreisspannung 'Uz' vom Wechselrichter und liefert den Generatorstrom 'Ig'.

4.1 Einstellung

Für die drei Funktionsblöcke 'KE_PLC', 'SolarGenerator' und 'Simulation Netz' ist eine Abtastzeit von 50 μ s festgelegt. Folgende über MATLAB/Simulink konfigurierbare Modelleinstellungen sind möglich:

'Menü Simulation' → 'Configuration Parameters' → 'Solver':

'Solver options'

- Type: Fixed-step
- Solver: discrete (no continuous states)
- Fixed-step size (fundamental sample time): 50e-6 (bedeutet 50 μ s)

oder

- Type: Variable-step
- Solver: discrete (no continuous states)
- Max step size: auto

In den Beschreibungsdateien 'SIM.txt' und 'KE_System.txt' des Beispiels stehen folgende Einträge:

Datei 'SIM.txt':

- Zentralwechselrichter S120-W0B

```
PLC_FILE = "KE_System.txt"
```

```
PLC_NAME = "Solar120"
```

```
DEV_FILE = "..\XMLAipex\S120_W0B.xml"
```

```
DEV_NAME = ""
```

- Gerät KES 120

```
DEV_TFILE = "KE_System.txt"
DEV_TNAME = "KES120"
```

```
CHOKE_FILE = "KE_System.txt"
CHOKE_NAME = "KEDR120"
```

- Kein Trafo

```
TRAFO_FILE = "KE_System.txt"
TRAFO_NAME = "NO_KETR"
```

- Frequenztest FREQ_51.15_51.6Hz

Änderung der Netzfrequenz auf 51,15 Hz, dann auf 51,6 Hz und wieder zurück auf 50 Hz

```
NET_FILE = "NetzInfo.txt"
NET_NAME = "FREQ_51.15_51.6HZ"
```

Datei KE_System.txt:

- Vorschaltdrossel Induktivität 100 μH
- Netzdrossel Induktivität 0,41 mH
- Netzdrossel Widerstand 1,8 $\text{m}\Omega$

```
CHOKE KEDR120
Lv = 0.0001; # Induktivität Vorschaltdrossel 100  $\mu\text{H}$ 
Ln = 0.00041; # Induktivität Netzdrossel 0.41 mH
Rn = 0.0018; # Widerstand Netzdrossel in 1.8 mOhm
END CHOKE
```

- Solargenerator:

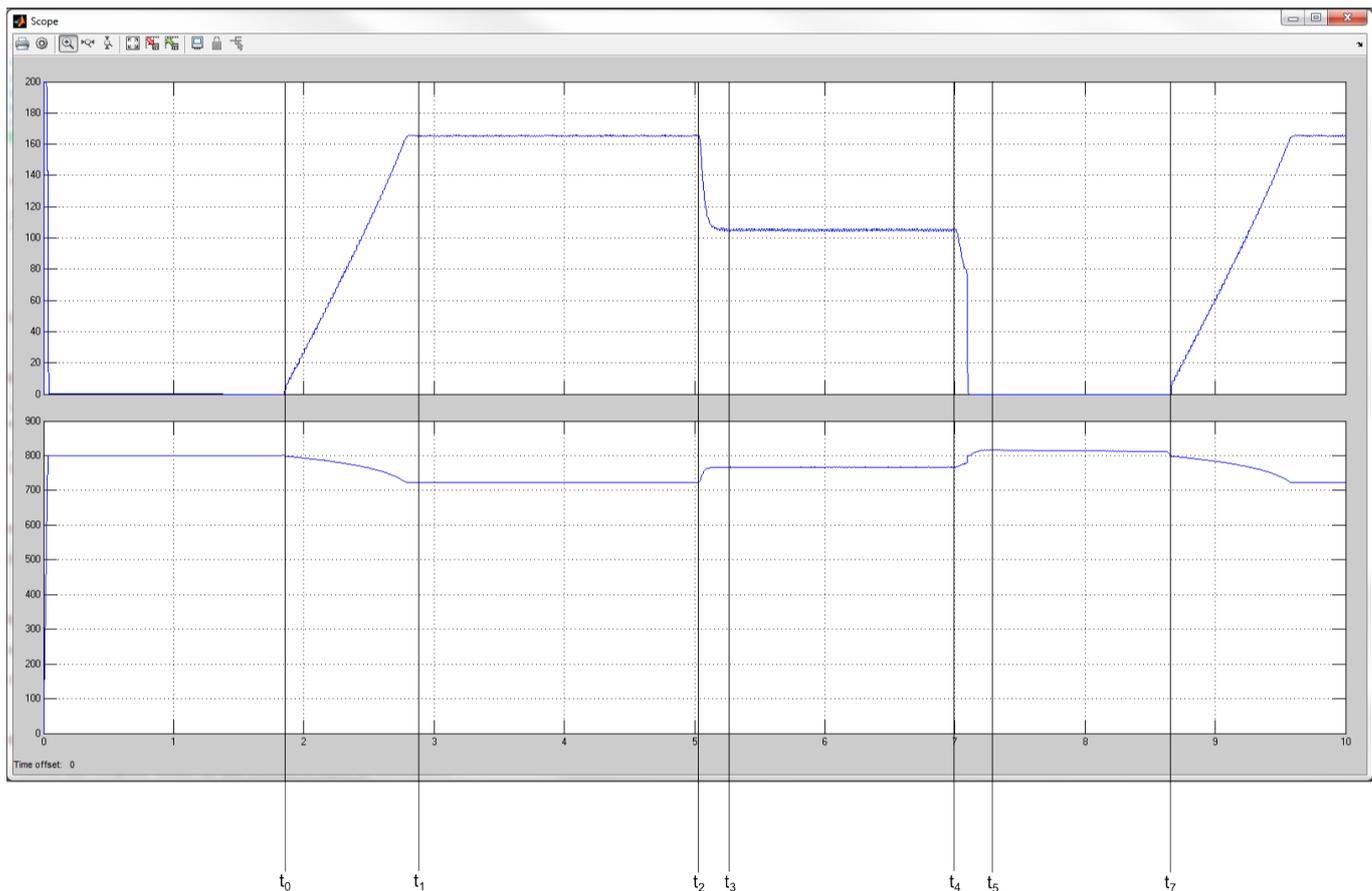
- Leerlaufspannung 800 V
- Bemessungs-Kurzschlussstrom 200 A
- Parallelwiderstand 800 Ohm
- Bestrahlung 1000 W/m^2
- Temperatur 298 K
- (Emissionskoeffizient einer Zelle) x (Anzahl der Zellen in Reihenschaltung) 1700

```
SOLARGEN AMK
Ug = 700.0; # Generatorspannung (von Solarzellen)
Rg = 10.0; # Innenwiderstand des Generators (Solarzellen)
mn = 1700.0; # Emissionskoeffizient einer Zelle * Anzahl Zellen in Reihenschaltung
T = 298.0; # Temperatur der Solarzellen in K
Ul = 800.0; # Leerlaufspannung der Solarmodule in V
Ikn = 200.0; # Nenn-Kurzschlussstrom Solarmodule in A
Rp = 800.0; # Parallelwiderstand in Ohm
Gs = 1000.0; # Bestrahlung in  $\text{W}/\text{m}^2$ 
END SOLARGEN
```

4.2 Simulationsergebnis

Aufgezeichnete Werte aus der Simulation des Modells:

- Obere Kurve: Solargeneratorstrom I_g [A]
- Untere Kurve: Zwischenkreisspannung U_Z [V]



Zeitpunkt	Zeit	f_{Netz}	Beschreibung
t_0	1,8 s	50,00 Hz	Start der Simulation, Solargeneratorstrom steigt an
t_1	2,8 s	50,00 Hz	Solargenerator erreicht stabilen Wert
t_2	5 s	51,15 Hz	Solargeneratorstrom fällt ab, weil die Wirkleistung Netz in Abhängigkeit der Frequenz reduziert wird
t_3	5,3 s	51,15 Hz	Solargeneratorstrom erreicht stabilen Wert
t_4	7 s	51,60 Hz	Solargeneratorstrom fällt ab, weil die Wirkleistung Netz in Abhängigkeit der Frequenz reduziert wird
t_5	7,3 s	51,60 Hz	Solargenerator erreicht stabilen Wert
t_6	8,5 s	50,00 Hz	Solargeneratorstrom steigt wieder auf Ausgangswert

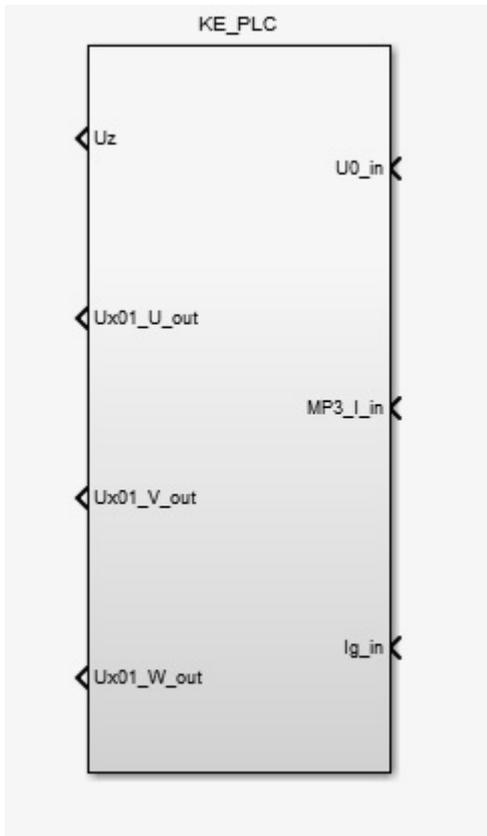
Mit steigendem Strom nimmt die Zwischenkreisspannung entsprechend der Kennlinie des Solargenerators ab.

5 Simulationsbausteine

5.1 Subsystem 'KE_PLC'

Das Subsystem 'KE_PLC' enthält den Funktionsblock 'KE_PLC' sowie Auswertemodule zur Visualisierung der Simulationsergebnisse.

Grafische Darstellung in Matlab/Simulink



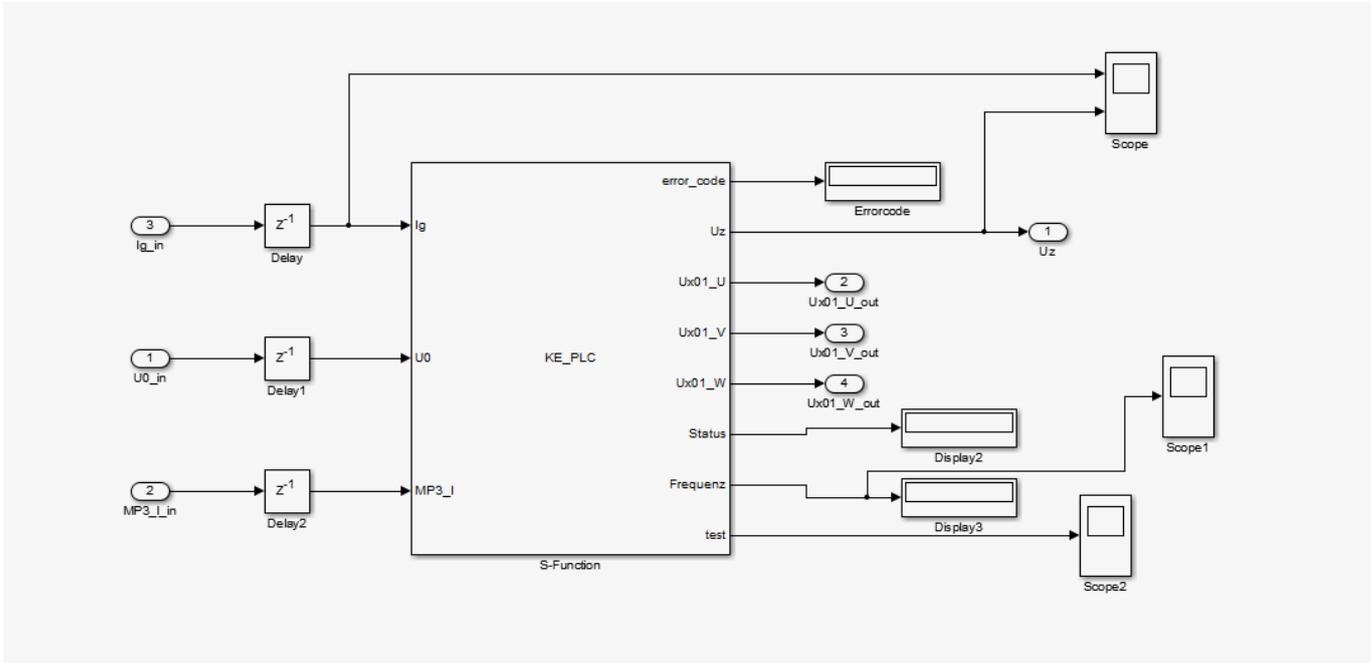
Eingangsvariablen

Name	Typ	Einheit	Beschreibung
U0_in	3 x DOUBLE	V	Die drei Netzspannungen, die am Messpunkt 3 des Subsystems 'Netz1' gebildet werden.
MP3_I_in	3 x DOUBLE	A	Die drei Netzströme, die am Messpunkt 3 des Subsystems 'Netz1' gebildet werden.
Ilg_in	DOUBLE	A	Strom aus dem Funktionsblock 'SolarGenerator', der in den Zwischenkreis fließt

Ausgangsvariablen

Name	Typ	Einheit	Beschreibung
Uz	DOUBLE	V	Zwischenkreisspannung des Zentralwechselrichters
Ux01_U_out	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase U
Ux01_V_out	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase V
Ux01_W_out	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase W

Innere Struktur des Subsystems

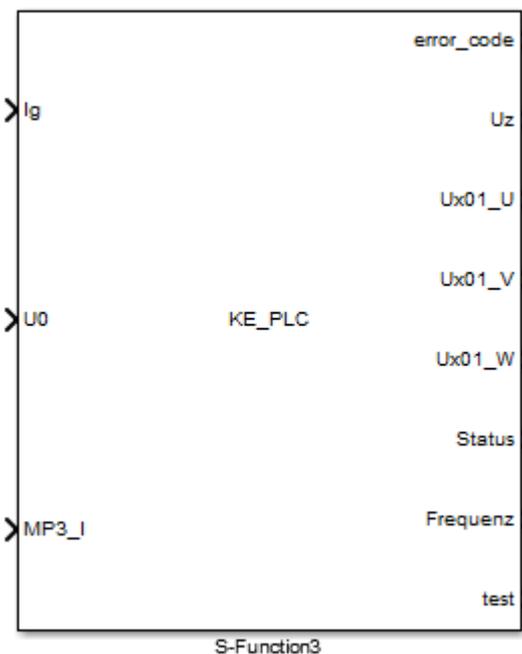


Zu erkennen ist die Entkopplung der Eingangsgrößen über Verzögerungsglieder, damit keine algebraischen Schleifen auftreten. Der Generatorstrom 'Ig', die Zwischenkreisspannung 'Uz', die ermittelte Netzfrequenz und eine Testvariable werden über Scopes gemessen. Der Errorcode, Status und die Frequenz werden zusätzlich über Displays angezeigt. Der Funktionsblock 'KE_PLC' ist der Baustein im 'KE_PLC' Subsystem, der alle Funktionalitäten des Zentralwechselrichters beinhaltet.

5.2 Funktionsblock 'KE_PLC'

Der Funktionsblock 'KE_PLC' bildet das Verhalten eines Zentralwechselrichters nach. Das schließt die Kompakteinspeisung KES mit Regelungssoftware, IGBT-Brücke zur Ausgabe der Phasenspannungen, einer Zwischenkreiskapazität und Ladewiderstände sowie die PLC ein. Die Simulation verwendet die original Softwarequellen, wie sie auch im Gerät verwendet werden.

Grafische Darstellung in Matlab/Simulink



Eingangsvariablen

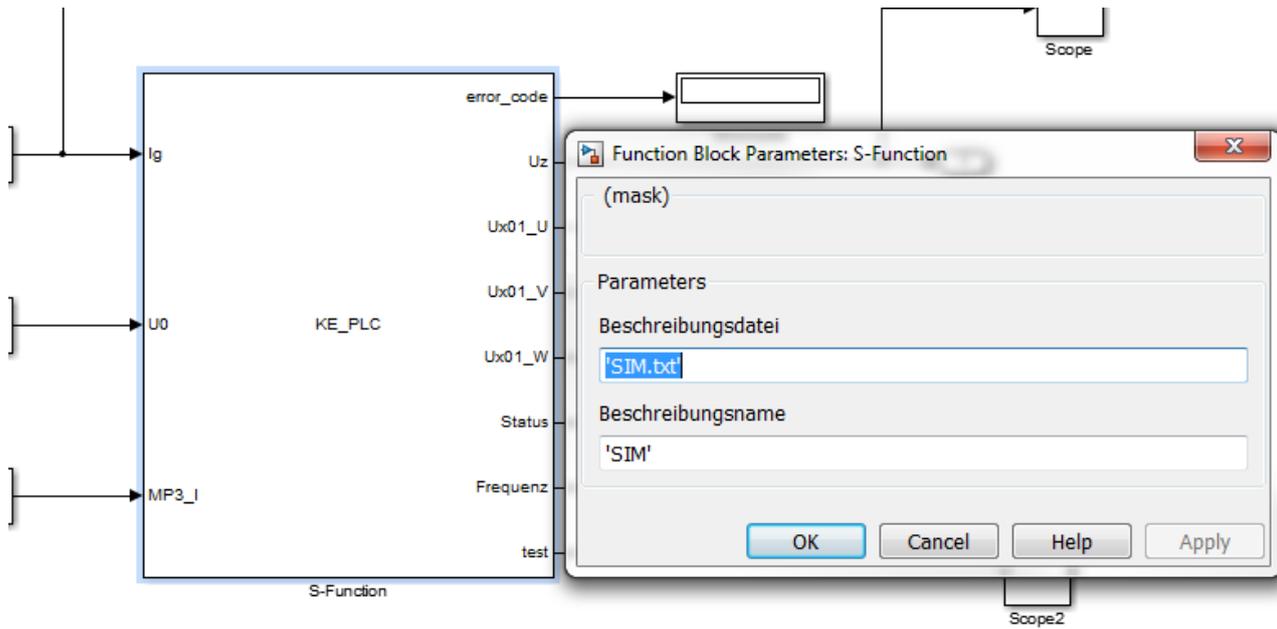
Name	Typ	Einheit	Beschreibung
Ig	DOUBLE	A	Strom aus dem Funktionsblock 'SolarGenerator', der in den Zwischenkreis fließt, verzögert um einen Simulationsschritt $I_g = I_{g_in[k-1]}$
U0	3 x DOUBLE	V	Die drei Netzspannungen, die am Messpunkt 3 des Subsystems 'Netz1' gebildet werden, verzögert um einen Simulationsschritt ($U_0 = U_{0_in[k-1]}$).
MP3_I_in	3 x DOUBLE	A	Die drei Netzströme, die am Messpunkt 3 des Subsystems 'Netz1' gebildet werden.

Ausgangsvariablen

Name	Typ	Einheit	Beschreibung																
error_code	UINT16	-	Fehlercode des ersten anstehenden Fehlers Error = 0: kein Fehler Error > 0: Fehlernummer Siehe Dokument 'Diagnosemeldungen' (AMK Teile-Nr. 25786)																
Uz	DOUBLE	V	Zwischenkreisspannung des Zentralwechselrichters																
Ux01_U	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase U																
Ux01_V	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase V																
Ux01_W	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase W																
Status	DOUBLE	-	Status des Zentralwechselrichters: <table border="1" data-bbox="769 1169 1506 1473"> <thead> <tr> <th>Wert</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x0001</td> <td>Q_SBM_P2: Bereitmeldung P2 Prozessor</td> </tr> <tr> <td>0x0002</td> <td>Q_ARS: Aktivierung Einspeisung Netz</td> </tr> <tr> <td>0x0400</td> <td>Q_WARN: Quittierung Reglerfreigabe</td> </tr> <tr> <td>0x0800</td> <td>Q_UE: Quittierung Umrichter Ein</td> </tr> <tr> <td>0x1000</td> <td>Q_ERROR: Fehleranzeige</td> </tr> <tr> <td>0x2000</td> <td>Q_SYS_START: Systemhochlauf</td> </tr> <tr> <td>0x4000</td> <td>Q_CLR_ERR: Quittierung Fehler löschen</td> </tr> </tbody> </table> Beispiel: Statuswert 8193 dez = 0x2001 Bedeutung: Systemhochlauf und Bereitmeldung P2 Prozessor	Wert	Bedeutung	0x0001	Q_SBM_P2: Bereitmeldung P2 Prozessor	0x0002	Q_ARS: Aktivierung Einspeisung Netz	0x0400	Q_WARN: Quittierung Reglerfreigabe	0x0800	Q_UE: Quittierung Umrichter Ein	0x1000	Q_ERROR: Fehleranzeige	0x2000	Q_SYS_START: Systemhochlauf	0x4000	Q_CLR_ERR: Quittierung Fehler löschen
Wert	Bedeutung																		
0x0001	Q_SBM_P2: Bereitmeldung P2 Prozessor																		
0x0002	Q_ARS: Aktivierung Einspeisung Netz																		
0x0400	Q_WARN: Quittierung Reglerfreigabe																		
0x0800	Q_UE: Quittierung Umrichter Ein																		
0x1000	Q_ERROR: Fehleranzeige																		
0x2000	Q_SYS_START: Systemhochlauf																		
0x4000	Q_CLR_ERR: Quittierung Fehler löschen																		
Frequenz	DOUBLE	Hz	Erfasste Netzfrequenz																
test	UINT16	-	Information für AMK Service																

Konfiguration

Die Parameter des Funktionsblocks werden in einem Dialog eingestellt, der über das Kontextmenü **'Mask' -> 'Mask Parameters...'** oder über einen Doppelklick auf die 'S-Function' erreichbar ist.



Im Feld 'Beschreibungsdatei' wird der Dateiname der Textdatei mit der Simulationsbeschreibung eingetragen. Voreingestellt: 'SIM.txt'.

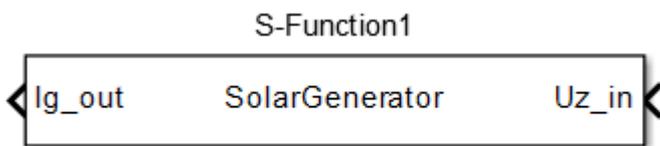
Im Feld 'Beschreibungsname' wird der Name der Beschreibungsdatei angegeben. Dieser ist in der ersten Zeile der Beschreibungsdatei angegeben. Voreingestellt: 'SIM'

[Siehe "SIM.txt" - Erläuterungen zur Beschreibungsdatei' auf Seite 24.](#)

5.3 Funktionsblock 'SolarGenerator'

Der Funktionsblock 'SolarGenerator' bildet die Kennlinie eines Solargenerators nach und berechnet den Strom aus der anliegenden Spannung.

Grafische Darstellung in Matlab/Simulink



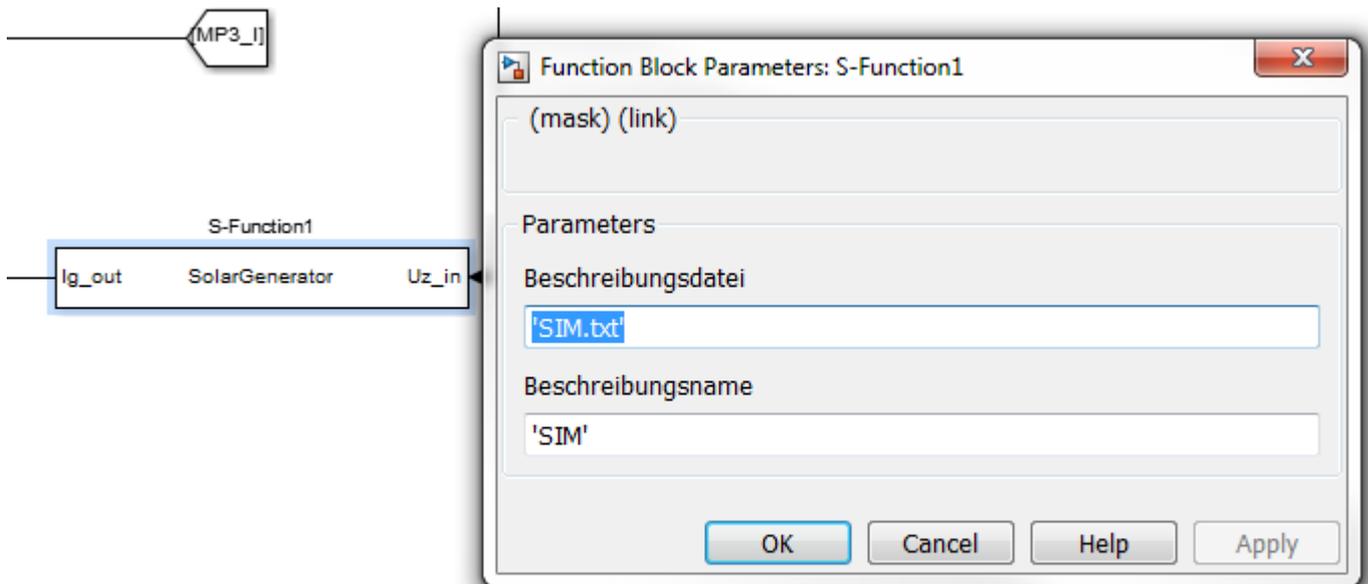
Eingangsvariablen

Name	Typ	Einheit	Beschreibung
Uz	DOUBLE	V	Zwischenkreisspannung des Subsystems 'KE_PLC'

Ausgangsvariablen

Name	Typ	Einheit	Beschreibung
Ig	DOUBLE	A	Zwischenkreisstrom aus dem Solargenerator

Konfiguration



Im Feld 'Beschreibungsdatei' wird der Dateiname der Textdatei mit der Simulationsbeschreibung eingetragen.
Voreingestellt: 'SIM.txt'.

Im Feld 'Beschreibungsname' wird der Name der Beschreibungsdatei angegeben. Dieser ist in der ersten Zeile der Beschreibungsdatei angegeben.
Voreingestellt: 'SIM'

[Siehe "SIM.txt" - Erläuterungen zur Beschreibungsdatei' auf Seite 24.](#)

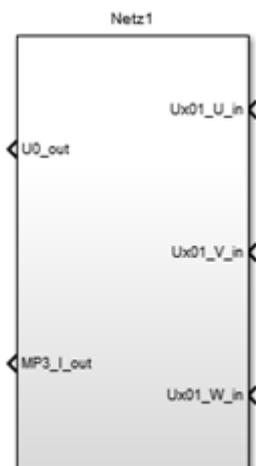
5.4 Subsystem 'Netz1'

Das Subsystem 'Netz1' enthält den Funktionsblock 'Simulation Netz' sowie Auswertemodule zur Visualisierung der Simulationsergebnisse.



Es kann immer nur ein Zentralwechselrichter an das mitgelieferte Subsystem 'Netz1' angeschlossen werden. Damit speisen mehrere Wechselrichter nicht in ein Netz, sondern in verschiedene, voneinander unabhängige Netze ein.

Grafische Darstellung in Matlab/Simulink



Eingangsvariablen

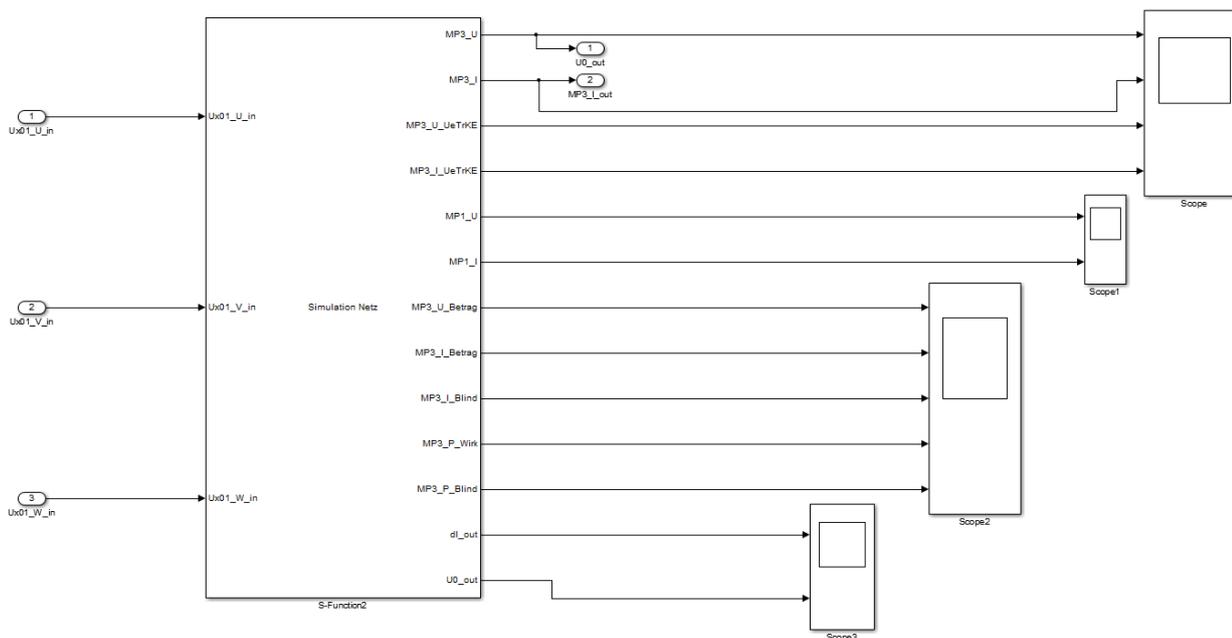
Name	Typ	Einheit	Beschreibung
Ux01_U_in	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase U
Ux01_V_in	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase V
Ux01_W_in	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase W

Ausgangsvariablen

Name	Typ	Einheit	Beschreibung
U0_out	3 x DOUBLE	V	Die drei Netzspannungen, die am Messpunkt 3 des Subsystems 'Netz1' gebildet werden.
MP3_I_out	3 x DOUBLE	A	Die drei Netzströme, die am Messpunkt 3 des Subsystems 'Netz1' gebildet werden.

Innere Struktur

Die innere Struktur enthält den Funktionsblock 'Simulation Netz' und vier Scopes zur Signalaufzeichnung.

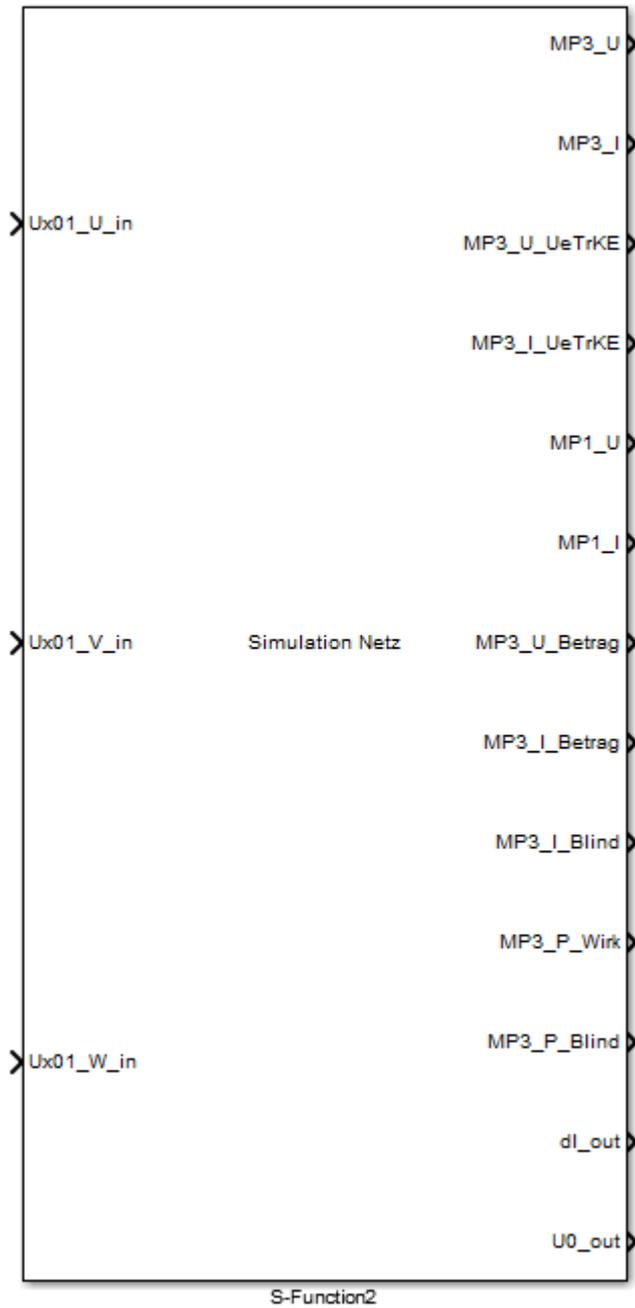


5.5 Funktionsblock 'Simulation Netz'

Der Funktionsblock 'Simulation Netz' modelliert ein Mittelspannungsnetz mit eingebauter Prüfeinrichtung entsprechend der Technischen Richtlinie für Erzeugungseinheiten (Teil 4), mit einer Zuleitungsimpedanz, den externen Komponenten bestehend aus optionalem KE-Trafo, Vorschaltdrossel, Kommutierungsdrossel und Hauptschutz.

'Simulation Netz' ermittelt die anstehenden Ströme und Spannungen am 'MP3' und 'MP1'. Aus den berechneten Größen an 'MP3' wird der Betrag des Strom- und Spannungsvektors, der Blindstrom, die Wirk- und Blindleistung, als auch die Stromänderung abgeleitet.

Grafische Darstellung in Matlab/Simulink



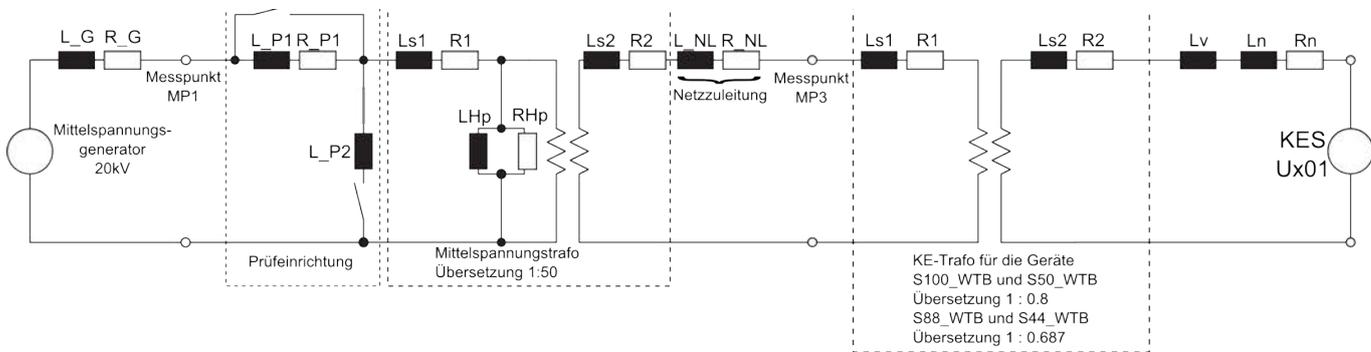
Eingangsvariablen

Name	Typ	Einheit	Beschreibung
Ux01_U_in	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase U
Ux01_V_in	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase V
Ux01_W_in	DOUBLE	V	Ausgangsspannung der Endstufe des Zentralwechselrichters Phase W

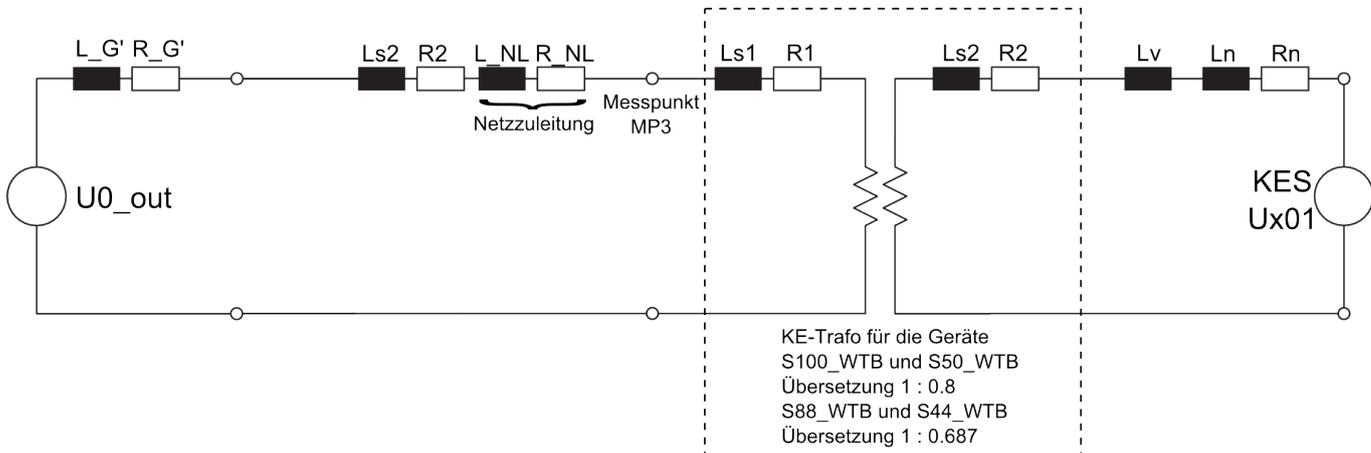
Ausgangsvariablen

Name	Typ	Einheit	Beschreibung
MP3_U	3 x DOUBLE	V	Spannungen am 'MP3' Siehe Eingänge am Subsystem 'KE-PLC'
MP3_I	3 x DOUBLE	A	Ströme am 'MP3' Siehe Eingänge am Subsystem 'KE-PLC'
MP3_U_UeTrKE	3 x DOUBLE	V	Spannungen am 'MP3' übersetzt auf die Sekundärseite des KE-Trafos
MP3_I_UeTrKE	3 x DOUBLE	A	Ströme am 'MP3' übersetzt auf die Sekundärseite des KE-Trafos
MP1_U	3 x DOUBLE	V	Spannungen am 'MP1'
MP1_I	3 x DOUBLE	A	Ströme am 'MP1'
MP3_U_Betrag	DOUBLE	V	Betrag des Spannungsvektors am 'MP3'
MP3_I_Betrag	DOUBLE	A	Betrag des Stromvektors am 'MP3'
MP3_I_Blind	DOUBLE	A	Blindanteil des Stroms am 'MP3'
MP3_P_Wirk	DOUBLE	W	Wirkleistung am 'MP3'
MP3_P_Blind	DOUBLE	Var	Blindleistung am 'MP3'
dI_out	DOUBLE	A/s	Stromänderung am 'MP3'
U0_out	3 x DOUBLE	V	Entspricht einer neuen Netz-EMK, die im letzten Vereinfachungsschritt beim Zusammenfassen des Ersatzschaltbildes gebildet wird.

Internes Ersatzschaltbild

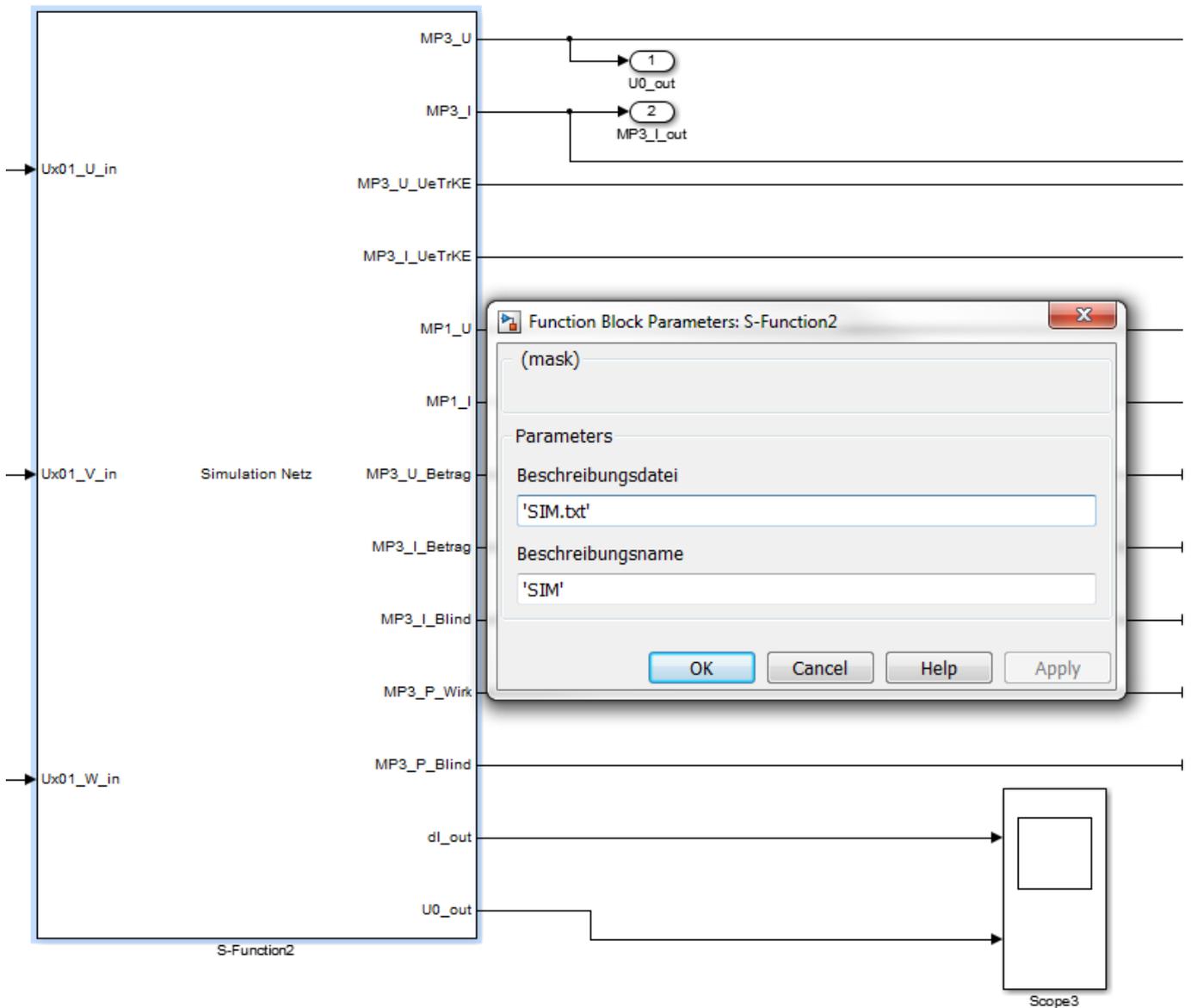


Vereinfachtes Ersatzschaltbild



Konfiguration

Die Parameter des Funktionsblocks werden in einem Dialog eingestellt, der über das Kontextmenü **'Mask' -> 'Mask Parameters...'** oder über einen Doppelklick auf die 'S-Function' erreichbar ist.



Im Feld 'Beschreibungsdatei' wird der Dateiname der Textdatei mit der Simulationsbeschreibung eingetragen.
Voreingestellt: 'SIM.txt'.

Im Feld 'Beschreibungsname' wird der Name der Beschreibungsdatei angegeben. Dieser ist in der ersten Zeile der Beschreibungsdatei angegeben.
Voreingestellt: 'SIM'

[Siehe "SIM.txt" - Erläuterungen zur Beschreibungsdatei' auf Seite 24.](#)

6 Konfiguration und Parametrierung

6.1 'SIM.txt' - Erläuterungen zur Beschreibungsdatei

Die Beschreibungsdatei enthält Verweise auf die Konfigurationsdaten des KES, der PLC, der Vorschaltkomponenten, des internen Trafos, des Netz- und Anlagenschutzes (NA-Schutz) und des Netzes und Einstellungen für eine optionale Ausgabedatei. Die Vorwahl der Sollwerte für die Wirk- und Blindleistung wird ebenfalls in der Datei 'SIM.txt' getroffen. Die Datei kann in einem beliebigen Texteditor bearbeitet werden.

Beispiel

Das folgende kommentierte Beispiel verdeutlicht den Aufbau der Beschreibungsdatei

```
SIM_DESC SIM #Schlüsselwort SIM_DESC gefolgt von Beschreibungsname
#
# Ausgabedatei
OUT_FILE = "simout.dat" #Name der Ausgabedatei (wichtiger bei reiner C-Simulation)
PlotDivider = 1000; # Jeder 1000 te Punkt (alle 50 ms = 50µs x 1000) wird in einer Datei
gespeichert
TStart = 1.8; #Start Schreiben der Ausgabedatei simout.dat
TEnd = 10.0; #Ende Schreiben der Ausgabedatei simout.dat
#
# Einschalten nach 1,0 Sekunde
TimeToOn = 1000000; #Zeit in [µs]
# 10,0 Sekunden Simulationszeit
MaxSteps = 10000000; #Zeit in [µs]
#
#####
# Leistungsanforderung in Prozent!!
# Betriebspunkt 100% Wirkleistung, 0% Blindleistung
Power = 100.0
PowerBlind = 0.0
#####

#
#Name der Datei mit Drosselparametern und Name der Drosselbeschreibung
CHOKE_FILE = "KE_System.txt"
CHOKE_NAME = "KEDR120"
#
#Name der Datei mit Trafoparametern und Name der Trafobeschreibung
TRAFO_FILE = "KE_System.txt"
TRAFO_NAME = "NO_KETR"
#
#Name der Datei mit PLC-Konfigurationsdaten und Name der PLC-Beschreibung
PLC_FILE = "KE_System.txt"
PLC_NAME = "Solar120"
#
#Name der Datei mit Netzparametern und Name der Netzbeschreibung
NET_FILE = "NetzInfo.txt"
NET_NAME = "LVRT_3Proz_3phasig"
#
#Name der Datei mit den Parametern für den Solargenerator und Name des Gerätes in dieser Datei
SOLARGEN_FILE = "KE_System.txt"
SOLARGEN_NAME = "AMK"
```

```
#
#Name der xml-Parameterdatei für das KES und Name des Gerätes in dieser Datei
DEV_FILE = "..\XMLAipex\S120_W0B.xml" #Ablageort bezogen auf Simulationpfad
DEV_NAME = "" #entspricht ID34071
#
#Name der Datei mit KES-Hardwareparametern und Name der Hardwarebeschreibung
DEV_TFILE = "KE_System.txt"
DEV_TNAME = "KES120"
#
#Name der Datei mit Netzschutzparametern und Name des NA-Schutzes in dieser Datei
NETZSCHUTZ_FILE = "KE_System.txt"
NETZSCHUTZ_NAME = "ZIEHL"
END SIM_DESC #Schlüsselwort END SIM_DESC
```

Erklärungen zum Beispiel

Die Datei 'SIM.txt' ist die oberste Ebene zur Parametrierung und Konfiguration der Simulation des Zentralwechselrichters. In der Datei wird der Gerätetyp ausgewählt und Grundeinstellungen getroffen.

Quelle aus SIM.txt	Erläuterung
SIM_DESC SIM	Schlüsselwort 'SIM_DESC' (DESC: Beschreibung) gefolgt vom Namen der Datei (hier: 'SIM')  Der Beschreibungsname ist frei wählbar, muss aber in den Konfigurationsdialogen der S-Function (Funktionsblock 'KE_PLC' und 'SolarGenerator') korrekt übertragen werden. Siehe 'Funktionsblock 'KE_PLC'' auf Seite 16. Siehe 'Funktionsblock 'SolarGenerator'' auf Seite 18.
OUT_FILE = "simout.dat"	Name der Ausgabedatei: voreingestellt ist 'simout.dat'
PlotDivider = 1000;	Abtastrate = 1000: Pro 50 ms wird bei einer Zykluszeit von 50 µs ein Wert in der Ausgabedatei gespeichert.
TStart = 1.8;	Startzeitpunkt der Aufzeichnung in die Ausgabedatei
TEnd = 10.0;	Endzeitpunkt der Aufzeichnung in die Ausgabedatei
TimeToOn = 1000000;	Einschalten des Zentralwechselrichters (Funktionsblock 'SolarGenerator') nach 1,0 Sekunde, Zeitangabe in [µs]
(MaxSteps = 10000000;)	(Diese Variable ist nicht relevant für die Simulation in Matlab/Simulink. Zeitdauer der Simulation 10 Sekunden, Zeitangabe in [µs])
Power = 100.0	Leistungsanforderung: Betriebspunkt 100,0 % Wirkleistung / 0,0 % Blindleistung  Die Wirkleistung darf nicht auf 0,0 % gesetzt werden, es muss immer mindestens 1,0 % Wirkleistung eingetragen sein!
PowerBlind = 0.0	
CHOKE_FILE = "KE_System.txt"	Die Variable gibt an, dass in der Datei 'KE_System.txt' die Parameterwerte für die Vorschalt- und Kommutierungsdrossel hinterlegt sind.
CHOKE_NAME = "KEDR120"	Zulässige Werte sind: <ul style="list-style-type: none"> • 'KEDR60' für die Geräte S44_WTB, S44_W0B, S50_WTB und S60_W0B • 'KEDR120' für die Geräte S88_WTB, S88_W0B, S100_WTB und S120_W0B
TRAFO_FILE = "KE_System.txt"	Die Variable gibt an, dass in der Datei 'KE_System.txt' die Parameterwerte für den Trafo hinterlegt sind

Quelle aus SIM.txt	Erläuterung
TRAFO_NAME = "NO_KETR"	Zulässige Werte sind: <ul style="list-style-type: none"> 'KETR44' für das Gerät S44_WTB 'KETR50' für das Gerät S50_WTB 'KETR88' für das Gerät S88_WTB 'KETR100' für das Gerät S100_WTB 'NO_KETR' für die Geräte S44_W0B, S60_W0B, S88_W0B und S120_W0B (ohne Trafo)
PLC_FILE = "KE_System.txt"	Die Variable gibt an, dass in der Datei 'KE_System.txt' die Parameterwerte für die PLC hinterlegt sind.
PLC_NAME = "Solar120"	Zulässige Werte sind: <ul style="list-style-type: none"> 'Solar44' 'Solar50' 'Solar60' 'Solar88' 'Solar100' 'Solar120'
NET_FILE = "NetzInfo.txt"	Die Variable gibt an, dass in der Datei 'NetzInfo.txt' die Parameterwerte für das Netz hinterlegt sind.
NET_NAME = "LVRT_3Proz_3phasig"	Die Variable gibt an, welches Netzverhalten simuliert werden soll.
SOLARGEN_FILE = "KE_System.txt"	Die Variable gibt an, dass in der Datei 'KE_System.txt' die Parameterwerte für den Solargenerator hinterlegt sind.
SOLARGEN_NAME = "AMK"	Bei Verwendung eines anderen Solargenerators können die Felder 'SOLARGEN_FILE' und 'SOLARGEN_NAME' ignoriert werden.
DEV_FILE = "..\XMLAipex\S120_W0B.xml" #Ablageort bezogen auf Simulationspfad	Jedes Gerät benötigt zusätzlich zu den Parametern, die in den Dateien KE_System.txt und NetzInfo.txt festgeschrieben sind eine xml-Parameterdatei. Die XML-Dateien sind voreingestellt im Ordner XMLAipex abgelegt. Zulässige Werte sind: <ul style="list-style-type: none"> ..\XMLAipex\S44_WTB.xml ..\XMLAipex\S44_W0B.xml ..\XMLAipex\S50_WTB.xml ..\XMLAipex\S60_W0B.xml ..\XMLAipex\S88_WTB.xml ..\XMLAipex\S88_W0B.xml ..\XMLAipex\S100_WTB.xml ..\XMLAipex\S120_W0B.xml
DEV_NAME = ""	'DEV_NAME' bleibt leer und entspricht ID34071 'Systemname'
DEV_TFILE = "KE_System.txt"	Die Variable gibt an, dass in der Datei 'KE_System.txt' die Parameterwerte und die Hardwarebeschreibung für das KES hinterlegt sind.
DEV_TNAME = "KES120"	'DEV_TNAME' legt fest, welche internen Parameter für die Kompakteinspeisung verwendet werden. Zulässige Werte sind: <ul style="list-style-type: none"> KES120 KES60
NETZSCHUTZ_FILE = "KE_System.txt"	Die Variable gibt an, dass in der Datei 'KE_System.txt' die Parameterwerte für den Netz- und Anlagenschutz hinterlegt sind.
NETZSCHUTZ_NAME = "ZIEHL"	Zulässige Werte sind: <ul style="list-style-type: none"> ZIEHL (ZIEHL industrie-elektronik GmbH - Firmenname des Anbieters)
END SIM_DESC	'SIM.txt' muss immer mit dem Schlüsselwort 'END SIM_DESC' enden.

6.2 Gerätekonfigurationen

Gerät	PLC 'PLC_NAME'	KE-SYSTEM 'DEV_TNAME'	Netzdrossel (externe Komponenten) 'CHOKE_NAME'	KE-Trafo 'TRAFO_NAME'	XML-Beschreibungsdatei (PLC) 'DEV_FILE'
S44_WTB	Solar44	KES60	KEDR60	KETR44	..\XMLAipex\S44_WTB.xml
S44_W0B	Solar44	KES60	KEDR60	NO_KETR	..\XMLAipex\S44_W0B.xml
S50_WTB	Solar50	KES60	KEDR60	KETR50	..\XMLAipex\S50_WTB.xml
S60_W0B	Solar60	KES60	KEDR60	NO_KETR	..\XMLAipex\S60_W0B.xml
S88_WBT	Solar88	KES120	KEDR120	KETR88	..\XMLAipex\S88_WTB.xml
S88_W0B	Solar88	KES120	KEDR120	NO_KETR	..\XMLAipex\S88_W0B.xml
S100_WTB	Solar100	KES120	KEDR120	KETR100	..\XMLAipex\S100_WTB.xml
S120_W0B	Solar120	KES120	KEDR120	NO_KETR	..\XMLAipex\S120_W0B.xml

6.3 'KE_System.txt' - Erläuterungen zur Beschreibungsdatei

In der Beschreibungsdatei 'KE_System.txt' sind Parameterwerte für die internen und externen Hardwarekomponenten, die Zentralwechselrichtersteuerung, den Netz- und Anlagenschutz und den Solargenerator in der Simulation hinterlegt:

- Einstellungen für den Netz- und Anlagenschutz
- Widerstände und Kapazitäten der Kompakteinspeisung
- Induktivitäten und Widerstände zur Vorschalt-drossel und Netzdrossel
- Trafo des Zentralwechselrichters (optional)
- Steuerungsparameter (anwenderseitig einstellen am realen Gerät und in der Simulation)
- Solargenerator

Parameter der Kompakteinspeisung am Beispiel KES60



Damit das Simulationsmodell korrekt funktioniert, dürfen die folgenden Parameter nicht geändert werden, da sie auf die realen Komponenten abgestimmt sind.

Auszug aus KE_System.txt	Erläuterung
KES KES60	Schlüsselwort 'KES' und Beschreibungsname
RLU = 68.33	Ladewiderstand Phase U [Ω]
RLV = 4.7	Ladewiderstand Phase V [Ω]
RLW = 68.33	Ladewiderstand Phase W [Ω]
CD = 80000.0e-9	Diodenkapazität [F]
CZ = 4500.0e-6	Zwischenkreiskapazität [F]
CF = 0.5e-6	Filterkapazität zwischen UZP/UZN und GND
End KES	Schlüsselwort 'End KES'

Parameter der Vorschalt-drossel und der Netzdrossel am Beispiel 'KEDR60'



Damit das Simulationsmodell korrekt funktioniert, dürfen die folgenden Parameter nicht geändert werden, da sie auf die realen Komponenten abgestimmt sind.

Auszug aus KE_System.txt	Erläuterung
CHOKE KEDR60	Schlüsselwort 'CHOKE' und Beschreibungsname
Lv = 0.0001;	Induktivität Vorschalt-drossel [H]
Ln = 0.00082;	Induktivität Netzdrossel [H]
Rn = 0.0053;	Widerstand Netzdrossel [Ω]
END CHOKE	Schlüsselwort 'END CHOKE'

Parameter des Trafos bei Zentralwechselrichtern mit Trafo am Beispiel 'KETR50'



Damit das Simulationsmodell korrekt funktioniert, dürfen die folgenden Parameter nicht geändert werden, da sie auf die realen Komponenten abgestimmt sind.

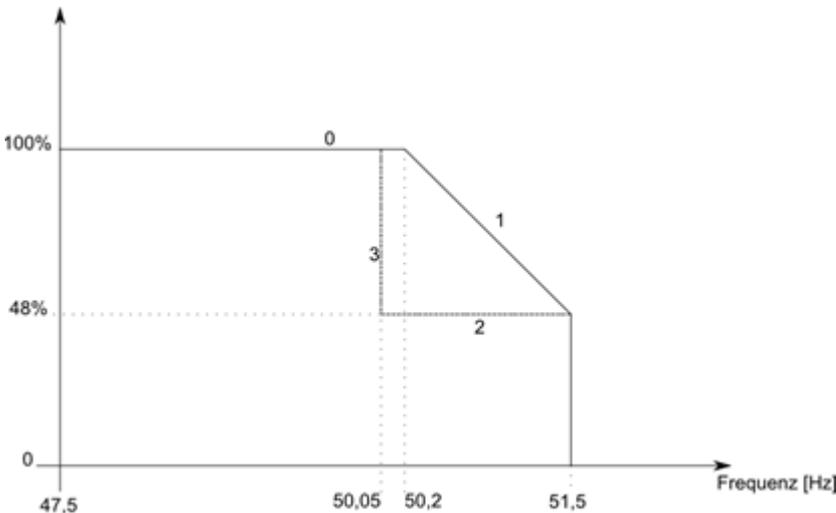
Auszug aus KE_System.txt	Erläuterung
KE_TRAFO KETR50	Schlüsselwort 'KE_TRAFO' und Beschreibungsname
R1 = 0.0141;	Primärwiderstand [Ω]
Ls1 = 0.000128;	Primärstreinduktivität [H]
R2 = 0.0196;	Sekundärwiderstand in [Ω]
Ls2 = 0.000200;	Sekundärstreinduktivität [H]
UeTrKE = 1.25;	Übersetzung primär (Netzseite) / sekundär (KE)
END KE_TRAFO	Schlüsselwort 'END KE_TRAFO'

Parameter der PLC am Beispiel 'Solar60'

Auszug aus KE_System.txt	Typ	Default-wert	Einheit	Erläuterung
PLC_Config Solar60	-	-	-	Schlüsselwort 'PLC_Config' und Beschreibungsname
iMitTransf:	INT	:= 0	-	Bit zur Anwahl ob es sich um ein Gerät mit oder ohne internem Trafo handelt 0: ohne Trafo 1: mit Trafo
iVBNXFactK:	INT	:= 2	-	Faktor zur Berechnung des Blindstromes während Netzausfall (VBNX)
iProzentScheinleistung:	INT	:= 1000;	0,1%	maximal zulässige Scheinleistung
INennLeistungkW:	INT	:= 60;	kW	Nennleistung des Wechselrichters
uiVerstellzeitBlindl:	UINT	:= 1000;	ms	Zeit für Rampe bei Sollwertsprung Blindstrom Anstiegszeit = $Q_{soll}\%/100\%$ x uiVerstellzeitBlindl
uiVerstellzeitWirkI:	UINT	:= 1000;	ms	Zeit für Rampe bei Sollwertsprung Wirkstrom Anstiegszeit = $P_{soll}\%/100\%$ x uiVerstellzeitWirkI
reGrenzFrequenzAnstieg:	DINT	:= 5005;	0,01 Hz	Grenzfrequenz für Wiederanstieg des Wirkstromes nach $P=f$ (f_{Netz}) hier: Bei Wiedererreichen von 50,05 Hz beginnt der Wiederanstieg

Auszug aus KE_System.txt	Typ	Defaultwert	Einheit	Erläuterung
byModePowerManBl	BYTE	0 (Bit 5: = 0);	-	Anwahl cosPhi=Funktion (P/PN) Wert 0 (Bit 5 = 0): Blindleistung aus externer Sollwertvorgabe (SIM.txt) Wert 32 (Bit 5 = 1): Siehe 'COS(phi) Diagramm'
arr_FreqPower_x1:	DINT	:= 4750;	0,01 Hz	x-Tabellenpunkt 1 bis 4 der Kurve P=f(f _{Netz})
arr_FreqPower_x2:	DINT	:= 5020;	0,01 Hz	
arr_FreqPower_x3:	DINT	:= 5120;	0,01 Hz	
arr_FreqPower_x4:	DINT	:= 5150;	0,01 Hz	
arr_FreqPower_y1:	DINT	:= 10000;	0,01 %	y-Tabellenpunkt 1 bis 4 der Kurve P=f(f _{Netz}) Siehe 'Frequenz Diagramm'
arr_FreqPower_y2:	DINT	:= 10000;	0,01 %	
arr_FreqPower_y3:	DINT	:= 6000;	0,01 %	
arr_FreqPower_y4:	DINT	:= 4800;	0,01 %	
arr_WirkReactivePower_x1:	DINT	:= 010;	0,01 P/PN	x-Tabellenpunkt 1 bis 4 der Kurve cosPhi=f(P/PN) Siehe 'COS(phi) Diagramm'
arr_WirkReactivePower_x2:	DINT	:= 049;	0,01 P/PN	
arr_WirkReactivePower_x3:	DINT	:= 050;	0,01 P/PN	
arr_WirkReactivePower_x4:	DINT	:= 090;	0,01 P/PN	
arr_WirkReactivePower_y1:	DINT	:= -090;	0,01	y-Tabellenpunkt 1 bis 4 der Kurve cosPhi=f(P/PN) Siehe 'COS(phi) Diagramm'
arr_WirkReactivePower_y2:	DINT	:= -100;	0,01	
arr_WirkReactivePower_y3:	DINT	:= 100;	0,01	
arr_WirkReactivePower_y4:	DINT	:= 090;	0,01	
reMaxFrequenzEin:	DINT	:= 5005;	0,01 Hz	Maximale Frequenz zum Einschalten
iMinNetzspannungEin:	INT	:= 95;	%U/UN	Minimale Netzspannung zum Einschalten
iErlaubteNetzueberspannung:	INT	:= 120;	%U/UN	erlaubte Netzüberspannung [%Un]
iErlaubteNetzunterfrequenz:	INT	:= 95;	%f/fN	erlaubte Netzunterfrequenz

Frequenz Diagramm



0: Normalbetrieb: Keine Leistungsreduktion durch Frequenzerhöhung, Ausgabewert 100 %

1: Leistungsreduktion als Funktion der Frequenz:

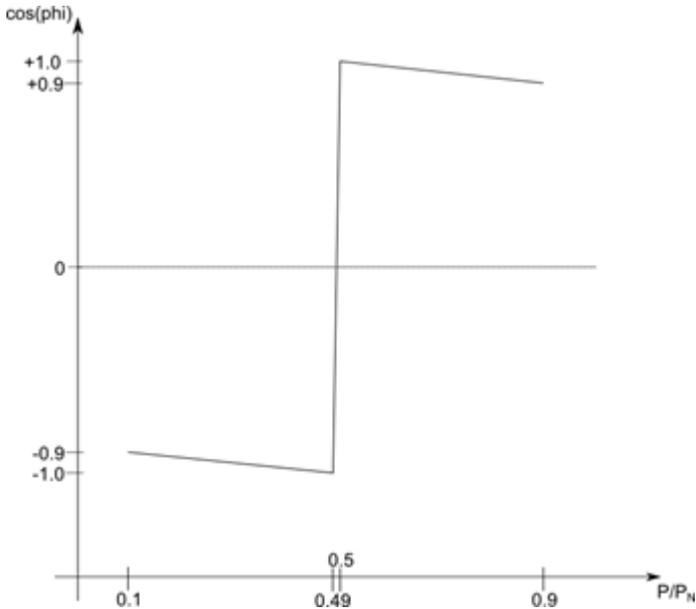
$$\text{Limit}_f = 100\% + \frac{48\% - 100\%}{51,5\text{ Hz} - 50,2\text{ Hz}} (f - 50,2\text{ Hz})$$

2: Warten, bis Frequenz wieder im Bereich < 50,05 Hz liegt

Grenze 'Limit' bleibt unverändert

3: Grenze 'Limit' über eine Zeitfunktion wieder auf 100 % setzen

COS(phi) Diagramm



Parameter des Zentralwechselrichters

Auszug aus KE_System.txt	Erläuterung
SOLARGEN AMK	Schlüsselwort 'SOLARGEN' und Beschreibungsname
Ug = 700.0;	Generatorspannung (von Solarzellen)
Rg = 10.0;	Innenwiderstand des Generators (Solarzellen)
mn = 1700.0;	Emmissionskoeffizient einer Zelle x Anzahl der Zellen in Reihenschaltung ¹⁾
T = 298.0;	Temperatur der Solarzellen [K]
Ul = 800.0;	Leerlaufspannung der Solarmodule [V]
Ikn = 200.0;	Nennkurzschlussstrom der Solarmodule [A]
Rp = 800.0;	Parallelwiderstand in [Ω]
Gs = 1000.0;	Bestrahlung in [W/m ²]
End SOLARGEN	Schlüsselwort 'END SOLARGEN'

1) Der Emissionskoeffizient m für die Berechnung der Temperaturspannung U_T kann näherungsweise aus der Leerlaufspannung U_L und einer Lastmessung bei $I = I_K/2$ und der sich dabei ergebenden Spannung U berechnet werden:

$$m \approx \frac{U_L - U}{n} \times \frac{e}{k \times T \times \ln\left(\frac{I_K}{I}\right)}$$

- m Emissionskoeffizient
- U_L Leerlaufspannung
- U Spannung bei $I = I_K/2$
- n Anzahl der Photovoltaikmodule in Reihenschaltung
- e Elementarladung $e = 1,6 \times 10^{-19}$ As
- k Boltzmannkonstante $k = 1,38 \times 10^{-23}$ Ws/K
- T Temperatur der PV-Module
- I_K Kurzschlussstrom
- I Strom

6.4 'NetzInfo.txt' - Erläuterungen zur Beschreibungsdatei

In der Beschreibungsdatei 'NetzInfo.txt' wird das Netzverhalten festgelegt, das simuliert werden soll. Vordefiniert sind einige Spannungsfehler und Netzfrequenzfehler.

Der Beschreibungsname nach dem Schlüsselwort 'NETZ_INFO' muss in der Datei 'SIM.txt' in die Variable 'NET_NAME' eingetragen werden.

Die auftretenden Induktivitäts- und Widerstandswerte können mittels dem Ersatzschaltbild nachvollzogen werden:
[Siehe 'Funktionsblock 'Simulation Netz'' auf Seite 20.](#)

Zu Beginn eines jeden Fehlers werden die Parameter definiert, die ein fehlerfreies Netz darstellen. Die Widerstands- und Induktivitätswerte für den Netzgenerator, die Netzzuleitung, und des Mittelspannungstrafos können anwenderseitig angepasst werden.

Die Parameter der Prüfeinrichtung 'R_P1', 'L_P1' und 'L_P2' werden zum Zeitpunkt des Fehlers umgeschaltet. Damit der im Beispiel vordefinierte Fall eines Spannungseinbruches auf 25 % Restspannung eingehalten wird, darf diese Parameter nicht geändert werden. Bei der Definition eigener, anwenderspezifischer Fehlerfälle können die Werte dieser Parameter selbstverständlich angepasst werden.

Es werden sechs Zeitpunkte definiert. Über diese Zeitpunkte wird festgelegt, wann ein Fehler im Netz auftritt und wann das Netz wieder in einen fehlerfreien Zustand zurückkehrt. Bei einem Spannungsfehler wird die eingestellte Netzfrequenz konstant gehalten. Bei einem Frequenzfehler werden die Widerstands- und Induktivitätswerte der Prüfeinrichtung auf ihrem voreingestellten Wert belassen.

Die reale Anlage beinhaltet eine Netzspannungs- und Frequenzüberwachung, die extern durch ein Zusatzgerät realisiert wird. Die Simulation beinhaltet keine Frequenzüberwachung.

Die Leistungsreduzierung ist innerhalb des KE-/ PLC-Systems realisiert und ist deshalb in der Simulation enthalten.

Die Parameter werden am Beispiel 'LVRT_25Proz_3phasig' dargestellt und kommentiert:

Auszug aus NetzInfo.txt am Beispiel NETZ_INFO LVRT_25Proz_3phasig	Erläuterung
NETZ_INFO LVRT_25Proz_3phasig	
Siebung Ausgabewert von P, Q, U, Ib	

Auszug aus NetzInfo.txt am Beispiel NETZ_INFO LVRT_25Proz_3phasig	Erläuterung
Siebfaktor = 0.999900 Netzfrequenz = 50 Phase_u = 0.0 Phase_v = 240.0 Phase_w = 120.0 Ampl_u = 20470.0 Ampl_v = 20470.0 Ampl_w = 20470.0	kleiner 1 und grosser 0 [Hz] [Grd] [Grd] [Grd] [V] (Aussenleiterspannung) [V] (Aussenleiterspannung) [V] (Aussenleiterspannung)
Netzgenerator	
R_G = 0.00000005; L_G = 0.006366;	Widerstand Generator [Ohm] Induktivitaet Generator [H]
Prüfeinrichtung mit Rp, Lp	
R_P1 = 0.0000001; L_P1 = 0.0000001; L_P2 = 500.0;	Widerstand Rp1 Pruefeinrichtung [Ω] Induktivitaet Lp1 Pruefeinrichtung [H] Induktivitaet Lp2 Pruefeinrichtung [H]
Kabel zwischen Netz und Trafo	
R_NL = 0.00046; L_NL = 0.0000007;	Widerstandsbelag Netzleitung [Ohm] Induktivitaetsbelag Netzleitung [H]
Vorschalttdrossel und Netzdrossel	Diese Daten sind in der Datei 'SIM.txt' vorhanden, da dort die Zuordnung von KE Leistung zur Drossel festgelegt wurde.
Mittelspannungstrafo	
R1 = 5.00; R2 = 0.000427; Ls1 = 0.054; Ls2 = 0.000007; LHp = 342.5; RHp = 282500.0; UebersetzungTrMs = 50; #	Widerstand Primärwicklung [Ω] Widerstand Sekundärwicklung [Ω], nicht auf die Primärseite umgerechnet! Streuinduktivität Primärwicklung [H] Streuinduktivität Sekundärwicklung [H], nicht auf die Primärseite umgerechnet! Hauptinduktivität [H] (parallel zum Verlustwiderstand) Verlustleistungswiderstand [Ω] (parallel zur Hauptinduktivität) Übersetzungsverhältnis Netztrafo Übersetzung = Primärwindungen / Sekundärwindungen Primär = Mittelspannungsnetz, Sekundär = 400 V Netzseite
Zeitliche Änderungen	in SIM.txt wird nach 1 s (TimeToOn = 1 s) das Kommando für Einschalten gegeben. Nach ca. 1,8 s startet das KES mit der Rückspeisung der Wirkleistung
ChangeTime0 = 0.05 ChangeTime1 = 5.0 ChangeTime2 = 6.0 ChangeTime3 = 6.55 ChangeTime4 = 7.55 ChangeTime5 = 9.0	Zeitpunkt0 [s] für Änderungen der Daten Zeitpunkt1 [s] für Änderungen der Daten Zeitpunkt2 [s] für Änderungen der Daten Zeitpunkt3 [s] für Änderungen der Daten Zeitpunkt4 [s] für Änderungen der Daten Zeitpunkt5 [s] für Änderungen der Daten
Daten nach dem Zeitpunkt ChangeTime0: Normale Spannungszustände	

Auszug aus NetzInfo.txt am Beispiel NETZ_INFO LVRT_25Proz_3phasig	Erläuterung
Freq_0 = 50.0 Phase_u_0 = 0.0 Phase_v_0 = 240.0 Phase_w_0 = 120.0 Ampl_u_0 = 20470.0 Ampl_v_0 = 20470.0 Ampl_w_0 = 20470.0 Rp1_0 = 0.0000001 Lp1_0 = 0.0000001 Lp2_0 = 500.0	Netzfrequenz [Hz] Phasenlage U [°el] Phasenlage V [°el] Phasenlage W [°el] Amplitude U [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude V [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude W [V] (Aussenleiterspannung) Widerstand Rp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp2 Prüfeinrichtung
Daten nach dem Zeitpunkt ChangeTime1: Bypass von 0,1 µH auf 300 mH	
Freq_1 = 50.0 Phase_u_1 = 0.0 Phase_v_1 = 240.0 Phase_w_1 = 120.0 Ampl_u_1 = 20470.0 Ampl_v_1 = 20470.0 Ampl_w_1 = 20470.0 Rp1_1 = 0.0000001 Lp1_1 = 0.3 Lp2_1 = 500.0	Netzfrequenz [Hz] Phasenlage U [°el] Phasenlage V [°el] Phasenlage W [°el] Amplitude U [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude V [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude W [V] (Aussenleiterspannung) Widerstand Rp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp2 Prüfeinrichtung
Daten nach dem Zeitpunkt ChangeTime2 Bypass 300mH, Kurzschluss von 500 H auf 0,1 µH, U ca. 25% UN	
Freq_2 = 50.0 Phase_u_2 = 0.0 Phase_v_2 = 240.0 Phase_w_2 = 120.0 Ampl_u_2 = 20470.0 Ampl_v_2 = 20470.0 Ampl_w_2 = 20470.0 Rp1_2 = 0.0000001 Lp1_2 = 0.3 Lp2_2 = 0.1	Netzfrequenz [Hz] Phasenlage U [°el] Phasenlage V [°el] Phasenlage W [°el] Amplitude U [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude V [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude W [V] (Aussenleiterspannung) Widerstand Rp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp2 Prüfeinrichtung
Daten nach dem Zeitpunkt ChangeTime3 Bypass 300 mH, Kurzschluss von 0,1 µH auf 500 H, U ca. 100 % UN	
Freq_3 = 50.0 Phase_u_3 = 0.0 Phase_v_3 = 240.0 Phase_w_3 = 120.0 Ampl_u_3 = 20470.0 Ampl_v_3 = 20470.0 Ampl_w_3 = 20470.0 Rp1_3 = 0.0000001 Lp1_3 = 0.3 Lp2_3 = 500.0	Netzfrequenz [Hz] Phasenlage U [°el] Phasenlage V [°el] Phasenlage W [°el] Amplitude U [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude V [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude W [V] (Aussenleiterspannung) Widerstand Rp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp2 Prüfeinrichtung
Daten nach dem Zeitpunkt ChangeTime4 Bypass von 300 mH auf 0,1 µH, Kurzschluss 500 H, U = 100% UN	

Auszug aus NetzInfo.txt am Beispiel NETZ_INFO LVRT_25Proz_3phasig	Erläuterung
Freq_4 = 50.0 Phase_u_4 = 0.0 Phase_v_4 = 240.0 Phase_w_4 = 120.0 Ampl_u_4 = 20470.0 Ampl_v_4 = 20470.0 Ampl_w_4 = 20470.0 Rp1_4 = 0.0000001 Lp1_4 = 0.0000001 Lp2_4 = 500.0	Netzfrequenz [Hz] Phasenlage U [°el] Phasenlage V [°el] Phasenlage W [°el] Amplitude U [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude V [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude W [V] (Aussenleiterspannung) Widerstand Rp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp2 Prüfeinrichtung
Daten nach dem Zeitpunkt ChangeTime5 Bypass von 0,1 µH, Kurzschluss 500H, U = 100% UN	
Freq_5 = 50.0 Phase_u_5 = 0.0 Phase_v_5 = 240.0 Phase_w_5 = 120.0 Ampl_u_5 = 20470.0 Ampl_v_5 = 20470.0 Ampl_w_5 = 20470.0 Rp1_5 = 0.0000001 Lp1_5 = 0.0000001 Lp2_5 = 500.0	Netzfrequenz [Hz] Phasenlage U [°el] Phasenlage V [°el] Phasenlage W [°el] Amplitude U [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude V [V] (Aussenleiterspannung) Amplitude W [V] (Aussenleiterspannung) Widerstand Rp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp1 Prüfeinrichtung Induktivität Lp2 Prüfeinrichtung
End NETZ_INFO	

6.4.1 Übersicht der vordefinierten Spannungsfehler

Beschreibungsname [NET_NAME] in SIM.txt	Zeitpunkt 0	Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4	Zeitpunkt 5	Kommentar
LVRT_3Proz_3phasig							
ChangeTime [s]	0,05	5,0	6,0	6,5	7,15	9,0	Spannungsfehler mit Restspannung 3 % zum Zeitpunkt 2
Rp1 [mΩ]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
Lp1 [mH]	0,0001	400	400	400	0,0001	0,0001	
Lp2 [mH]	500000	500000	14	500000	500000	500000	
LVRT_25Proz_3phasig							
ChangeTime [s]	0,05	5,0	6,0	6,55	7,55	9,0	Spannungsfehler mit Restspannung 25% zum Zeitpunkt 2
Rp1 [mΩ]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
Lp1 [mH]	0,0001	300	300	300	0,0001	0,0001	
Lp2 [mH]	500000	500000	100	500000	500000	500000	
LVRT_50Proz_3phasig							
ChangeTime [s]	0,05	5,0	6,0	6,95	7,95	9,0	Spannungsfehler mit Restspannung 50% zum Zeitpunkt 2
Rp1 [mΩ]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
Lp1 [mH]	0,0001	200	200	200	0,0001	0,0001	
Lp2 [mH]	500000	500000	200	500000	500000	500000	
LVRT_75Proz_3phasig							
ChangeTime [s]	0,05	5,0	6,0	7,4	8,4	9,0	Spannungsfehler mit Restspannung 75% zum Zeitpunkt 2
Rp1 [mΩ]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
Lp1 [mH]	0,0001	100	100	100	0,0001	0,0001	
Lp2 [mH]	500000	500000	300	500000	500000	500000	

6.4.2 Übersicht der vordefinierten Frequenzfehler

Beschreibungsname [NET_NAME] in SIM.txt	Zeitpunkt 0	Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4	Zeitpunkt 5
FREQ_50.01_49.99Hz						
ChangeTime [s]	0,05	5,0	6,0	7,5	8,5	9,0
Freq [Hz]	50,0	50,01	49,99	50,0	50,0	50,0
FREQ_50.25_50.10Hz						
ChangeTime [s]	0,05	5,0	7,0	7,5	8,0	9,0
Freq [Hz]	50,0	50,25	50,1	50,0	50,0	50,0
FREQ_50.7_50.1Hz						
ChangeTime [s]	0,05	5,0	7,0	7,5	8,0	9,0
Freq [Hz]	50,0	50,7	50,1	50,0	50,0	50,0
FREQ_51.15_50.1Hz						
ChangeTime [s]	0,05	5,0	7,0	7,5	8,0	9,0
Freq [Hz]	50,0	51,15	50,1	50,0	50,0	50,0
FREQ_51.15_51.6Hz						
ChangeTime [s]	0,05	5,0	7,0	8,5	8,6	9,0
Freq [Hz]	50,0	51,15	51,6	50,0	50,0	50,0
FREQ_50.07_50.0Hz						
ChangeTime [s]	0,05	5,0	7,0	7,5	8,0	9,0
Freq [Hz]	50,0	50,07	50,1	50,0	50,0	50,0
FREQ_51.0_50.6_51.45Hz						
ChangeTime [s]	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	7,5
Freq [Hz]	51,0	50,6	51,45	51,5	50,04	50,0

6.5 Einbindung extern modellierter Netze

Nachfolgend ist beschrieben, wie ein extern modelliertes Netz mit an das Zentralwechselrichtermodell angeschlossen werden kann. Gefordert ist eine der folgenden Netzformen:

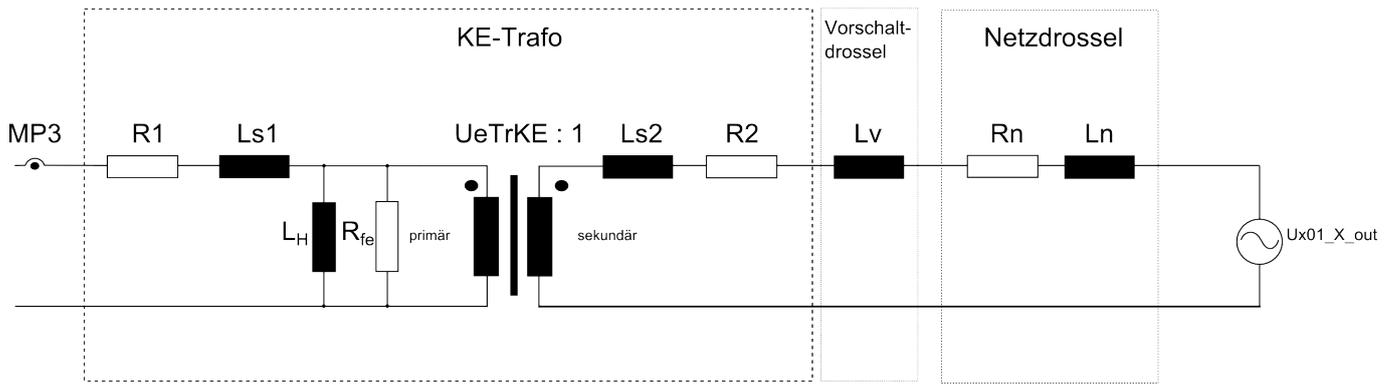
- TN-S, 3 oder 4 Leiter
- TN-C
- TN-C-S

Netzmodelle können mit Softwaretools wie z. B. SimPowerSystems, PLECS o. ä. modelliert werden.

Soll ein anderes wie das mitgelieferte Netz verwendet werden, wird aus der Bibliothek 'KE_Grid_Lib.mdl' nur der Funktionsblock 'SolarGenerator' und das Subsystem 'KE_PLC' benötigt.

Die Ausgänge 'Ux01_U_out', 'Ux01_V_out', und 'Ux01_W_out' am Subsystem 'KE_PLC' sind die Spannungen an der Endstufe des Wechselrichters und entsprechen nicht den Klemmen am Schaltschrank. Zwischen dem Ausgang der Endstufe und den Klemmen am Schaltschrank liegen die Netzdrossel, die Vorschalt-drossel und der optionale Trafo des Zentralwechselrichters. Diese Komponenten sind nicht im Subsystem 'KE_PLC' enthalten, sondern im AMK Netzmodell Subsystem 'Netz1'. Der Trafo ist in Yy0 (Stern - Stern) verschaltet und der Sternpunkt ist nicht herausgeführt.

Wenn ein anderes Netzmodell als das Subsystem 'Netz1' von AMK verwendet wird, müssen die Vorschaltkomponenten anwenderseitig berücksichtigt und integriert werden. Das folgende Ersatzschaltbild zeigt, welche Induktivitäten und Widerstände zwischen den Ausgängen 'Ux01_x_out' und dem Netzanschlusspunkt 'MP3' eingebaut werden müssen.



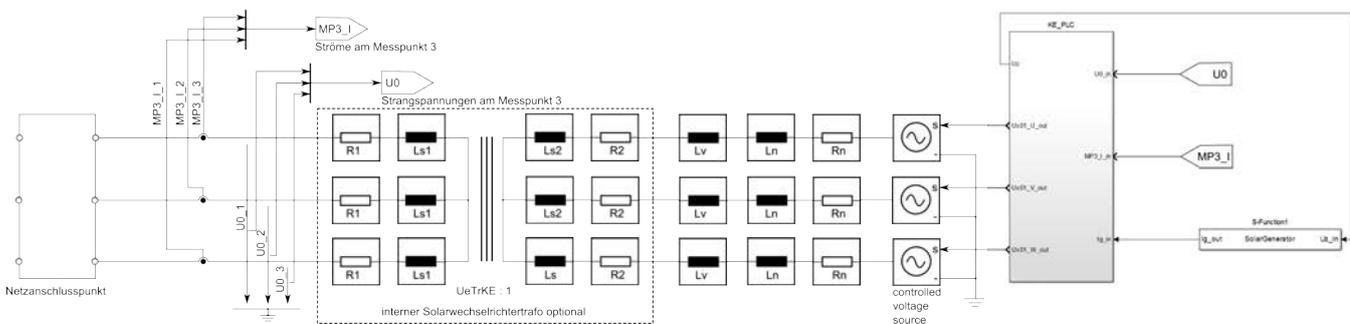
Die Spannungen 'Ux01_X_out' sind ideale sinusförmige Spannungsquellen. Beim Anschließen muss der Drehsinn beachtet werden.

Folgende Parameter der Vorschaltdrossel sind für die verschiedenen Zentralwechselrichter einzutragen:

Gerät	Netzdrossel / Vorschaltdrossel			Trafo						
	Ln [H]	Rn [Ω]	Lv [H]	R2 [Ω]	Ls2 [H]	Ls1 [H]	R1 [Ω]	Rfe [Ω]	LH [H]	UeTrKE (Übersetzung KE-Trafo ¹⁾)
S44_WTB	0,00082	0,0053	0,0001	0,023	0,000128	0,0000613	0,0112	664,2	0,134	1,4556
S44_W0B	0,00082	0,0053	0,0001	0	0	0	0	-	-	1
S50_WTB	0,00082	0,0053	0,0001	0,0196	0,0002	0,000128	0,0141	820,3	0,3711	1,25
S60_W0B	0,00082	0,0053	0,0001	0	0	0	0	-	-	1
S88_WTB	0,00041	0,0018	0,0001	0,0103	0,000221	0,000105	0,0045	724	0,589	1,4556
S88_W0B	0,00041	0,0018	0,0001	0	0	0	0	-	-	1
S100_WTB	0,00041	0,0018	0,0001	0,00737	0,000217	0,000134	0,0067	644,5	0,141	1,25
S120_W0B	0,00041	0,0018	0,0001	0	0	0	0	-	-	1

$$1) U_{eTrKE} = \frac{U(\text{prim. r})}{U(\text{sekund. r})}, U(\text{prim. r}) = 400 \text{ V}$$

Beispiel: Externes Netz am Zentralwechselrichter



Die Spannungen 'Ux01_U_out', 'Ux01_V_out' und 'Ux01_W_out' sind an 'controlled voltage sources' angeschlossen. Diese idealen Spannungsquellen sind die Schnittstelle zwischen dem Subsystem 'KE_PLC' und dem externen Netz. Nach der idealen Spannungsquelle sind Elemente für die Netzdrossel und die Vorschaltdrossel eingefügt. Diese Elemente müssen nach der obigen Tabelle parametrisiert werden.

Die Parameter für den Trafo sind optional und hängen davon ab ob der Zentralwechselrichter mit oder ohne Trafo ausgestattet ist.

Es muss sichergestellt sein, dass die gemessenen Spannungen (im Beispiel: U0) und die gemessenen Ströme (im Beispiel: 'MP3_I') mit den Eingängen ('U0_in' und 'MP3_I_in') des Subsystem 'KE_PLC' verbunden sind.

Zentralwechselrichter instanzieren

Das Subsystem 'KE_PLC' mit der gleichnamigen s-Function kann mehrmals im Modell verwendet werden. Dabei muss beachtet werden, dass jeder Zentralwechselrichter in ein eigenes Netz speist. Das Subsystem 'Netz1' unterstützt nicht, dass mehrere Zentralwechselrichter an das selbe Netz angeschlossen werden.

Wenn mehrere Zentralwechselrichter ins gleiche Netz einspeisen sollen, muss anwenderseitig ein Netz zu Verfügung stehen, das diese Funktionalität erlaubt.

Vorgehensweise zur Instanzierung des Zentralwechselrichtermodells

1. Aus der Bibliothek 'KE_Grid_Lib.mdl' wird das Subsystem 'KE_PLC' oder der Funktionsblock 'KE_PLC' mehrmals in das Simulink Modell übertragen (instanziiert).
2. Anschließend wird die Datei 'SIM.txt' sooft kopiert und umbenannt, wie Instanzen im Modell angelegt sind (z. B. 'SIM.txt', 'SIM1.txt', 'SIM2.txt', ...). Die Kopien der Datei 'SIM.txt', die Bibliothek 'KE_Grid_Lib.mdl' und das Simulink Modell mit mehreren Instanzen des Zentralwechselrichtermodells müssen alle im selben Ordner abgelegt sein.
3. Die Kopien der Datei 'SIM.txt' müssen geöffnet werden und in der ersten Zeile muss ein eindeutiger Beschreibungsname nach dem Schlüsselwort 'SIM_DESC' eingetragen werden (z. B. SIM1.txt: 'SIM1', SIM2.txt: 'SIM2', ...).
4. Doppelklick auf den Funktionsblock 'KE_PLC' jeder Instanz.. Es öffnet sich jeweils das Dialogfenster in dem der Name der Beschreibungsdatei und der Beschreibungsname eingetragen wird. Für jede Instanz muss der Name der Beschreibungsdatei und der Beschreibungsname angepasst werden:

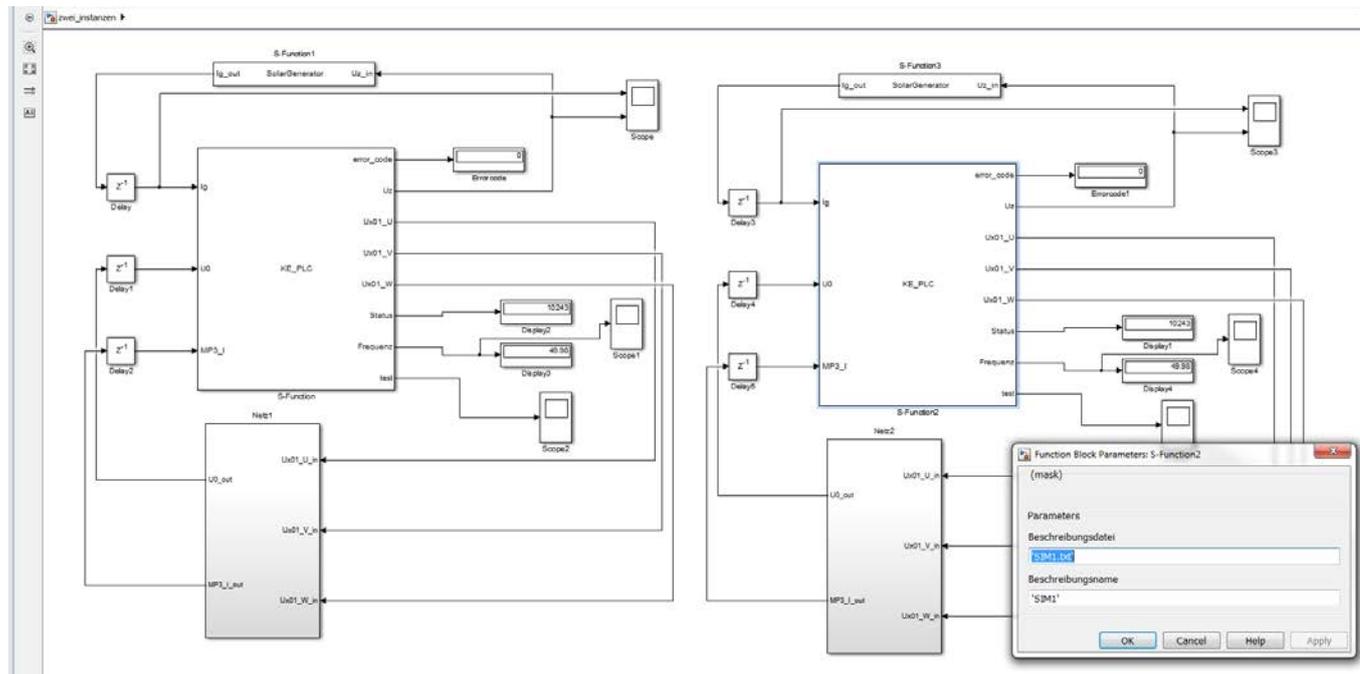
Instanz Nr.	Name der Beschreibungsdatei	Beschreibungsname
1	SIM.txt	SIM
2	SIM1.txt	SIM1
3	SIM2.txt	SIM2
4	SIM3.txt	SIM3
...

5. Alle Instanzen können über die erzeugte Kopie der Beschreibungsdatei frei konfiguriert werden. Das Simulationsmodell ist nur bereit für eine Simulation.

Die Simulationsdauer steigt proportional mit der Anzahl der implementierten Instanzen des Zentralwechselrichtermodells.

Beispiel mit 2 Instanzen:

Die folgende Abbildung zeigt ein Modell mit 2 Instanzen des Funktionsblocks 'KE_PLC' und zwei separaten Netzen, in die eingespeist wird.



7 Tipps für die Praxis

7.1 Resonanzen bei Wechselrichtern mit Trafo

Bei der Simulation von Wechselrichtern mit Trafos kann es zu Resonanzen während der Simulation kommen. Verringern Sie in diesem Fall die Werte für die Streuinduktivitäten L_{s1} und L_{s2} . Bei Simulationen des Wechselrichters S88-WTB verschwanden die Resonanzen, nachdem die Streuinduktivitäten L_{s1} und L_{s2} halbiert wurden. Durch die Halbierung der Streuinduktivitäten tritt eine kleine Spannungsabweichung zum realen Gerät auf, weil der Spannungsabfall über den Streuinduktivitäten verringert ist. Wenn die Spannungsabweichung zu groß wird, kann diese durch Anpassung der Trafoübersetzung wieder angepasst werden.

Glossar

A

AIPEX

AMK Parametrier- und Inbetriebnahmeexplorer (PC Software):
Programmieren, Parametrieren, Konfigurieren, Diagnose,
Oszilloskop, Statusinformationen

I

IGBT

Bauelement Leistungselektronik, z.B. Transistor

K

KE

AMKASYN Kompakteinspeisung mit Blockrückspeisung

KES

AMKASYN Kompakteinspeisung mit sinusförmiger
Rückspeisung

L

LVRT

Low-Voltage-Ride-Through

P

Parameter

Identnummern nach SERCOS Standard

PDK_XXXXXX_abcdefgh

Produktdokumentation; xxxxxx - AMK Teile-Nr. , abcdefgh -
Titel

Q

QRF

Quittierung Reglerfreigabe, Antrieb wird in der aktiven
Betriebsart geregelt

S

S xx-xxx

Zentralwechselrichter für Solaranlagen

U

USV

Unterbrechungsfreie Spannungsversorgung

UZ

Zwischenkreis (-spannung)

UZN

Zwischenkreisspannung negativ

UZP

Zwischenkreisspannung positiv

V

VBNX

Verlängertes Netz-Phasen-Ausfallsignal Netzausfall. Anzeige
verlängern, um eine USV ansteuern zu können

Z

ZWR

Zentralwechselrichter

ZWR Solar

Zentralwechselrichter für Solaranlagen

Ihre Meinung zählt!

Mit unseren Dokumentationen möchten wir Sie im Umgang mit den AMK Produkten bestmöglich unterstützen.

Daher sind wir ständig bestrebt, unsere Dokumentationen zu optimieren.

Ihre Kommentare oder Anregungen sind für uns immer interessant.

Nehmen Sie sich kurz Zeit und beantworten Sie unsere Fragen. Bitte schicken Sie anschließend eine Kopie dieser Seite an AMK zurück.



E-Mail: Documentation@amk-group.com

oder

Fax-Nr.: +49 7021/50 05-199

Vielen Dank für Ihre Mithilfe.

Ihr AMK-Dokumentationsteam

1. Wie sind Sie mit der Optik unserer AMK-Dokumentationen zufrieden?

(1) sehr gut (2) gut (3) mäßig (4) kaum (5) nicht

2. Ist der Inhalt gut gegliedert?

(1) sehr gut (2) gut (3) mäßig (4) kaum (5) nicht

3. Ist der Inhalt verständlich dokumentiert?

(1) sehr gut (2) gut (3) mäßig (4) kaum (5) nicht

4. Haben Sie Themen in der Dokumentation vermisst?

(1) nein (2) ja, welche:

5. Fühlen Sie sich bei AMK insgesamt gut betreut?

(1) sehr gut (2) gut (3) mäßig (4) kaum (5) nicht

AMK Arnold Müller GmbH & Co. KG

Telefon: +49 7021/50 05-0, Telefax: +49 7021/50 05-199

E-Mail: info@amk-group.com

Homepage: www.amk-group.com