

ES5340.1 Electric Drive Simulation Board

Benutzerhandbuch



Copyright

Die Angaben in diesem Schriftstück dürfen nicht ohne gesonderte Mitteilung der ETAS GmbH geändert werden. Desweiteren geht die ETAS GmbH mit diesem Schriftstück keine weiteren Verpflichtungen ein. Die darin dargestellte Software wird auf Basis eines allgemeinen Lizenzvertrages oder einer Einzellizenz geliefert. Benutzung und Vervielfältigung ist nur in Übereinstimmung mit den vertraglichen Abmachungen gestattet.

Unter keinen Umständen darf ein Teil dieser Veröffentlichung in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung der ETAS GmbH kopiert, vervielfältigt, in einem Retrievalsystem gespeichert oder in eine andere Sprache übersetzt werden.

© **Copyright 2019** ETAS GmbH, Stuttgart

Die verwendeten Bezeichnungen und Namen sind Warenzeichen oder Handelsnamen ihrer entsprechenden Eigentümer.

V1.0.0 R07 DE - 05.2019

Inhalt

1	Einleitung	7
1.1	Eigenschaften	7
1.1.1	Signale	7
1.1.2	Wechselrichter/PMSM-Modell	7
1.1.3	Real-Time PC-Modell	9
1.1.4	Erweiterung mit Slave-Board	10
1.2	Varianten des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board	10
1.2.1	Electric Drive Simulation Master Board (ES5340.1-M)	10
1.2.2	Electric Drive Simulation Slave Board (ES5340.1-S)	10
1.3	Blockdiagramm	12
1.4	Grundlegende Sicherheitshinweise	13
1.4.1	Kennzeichnung von Sicherheitshinweisen	13
1.4.2	Allgemeine Sicherheitsinformationen	13
1.4.3	Anforderungen an den Benutzer und Pflichten des Betreibers	13
1.4.4	Bestimmungsgemäße Verwendung	14
1.5	Kennzeichnungen auf dem Produkt	18
1.5.1	CE-Kennzeichen	18
1.5.2	KC-Kennzeichnung	18
1.5.3	RoHS-Konformität	18
1.6	Produktrücknahme und Recycling	20
1.7	Deklarationspflichtige Stoffe	20
1.8	Über dieses Handbuch	21
1.8.1	Umgang mit dem Handbuch	21
2	Einbau und Konfiguration	23
2.1	Einbau der ES5340.1 in den Real-Time PC	24
2.1.1	Anforderungen und Spezifikationen	24
2.1.2	Vorgehensweise beim Einbau	25
2.2	Master/Slave-Konfiguration	25

2.2.1	Verbinden von Master und Slave über Gigabit-Link	26
2.2.2	Konfiguration in LABCAR-RTC	26
2.3	Winkeltakt-Master/Slave-Konfiguration	27
2.3.1	Verbinden der Winkeltaktbusse zweier Karten	27
2.3.2	Konfiguration der Winkeltakteinheit (in LABCAR-RTC)	28
2.4	Der Modus „Exclusive Core Usage“	28
3	Hardwarebeschreibung	33
3.1	Generierung analoger Signale	34
3.1.1	Spezifikation	34
3.1.2	Konfiguration der analogen Signale	35
3.2	Ausgangsmultiplexer für die analogen Signale	38
3.3	Generierung digitaler Signale	40
3.3.1	Spezifikation	40
3.3.2	Konfiguration der digitalen Signale	42
3.4	Ausgangsmultiplexer für die digitalen Signale	43
3.5	Analoge Eingänge	44
3.5.1	Spezifikation	44
3.5.2	Konfiguration der analogen Eingänge	44
3.6	Digitale Eingänge	44
3.6.1	Spezifikation	44
3.6.2	Konfiguration der digitalen Eingänge	45
3.6.3	Konfiguration mit ES5436 zur Vermessung von digitalen Ausgängen einer ECU	46
3.6.4	Konfiguration als H-Brücke	48
3.7	Drehzahlgenerator (RPM-Generator)	49
3.7.1	Winkeltaktsignal	49
3.7.2	Synchronisation	50
3.7.3	RPM-Modus „Master with Angle Adaptation“	50
4	FPGA-Modelle	51
4.1	Permanent Magnet Synchronous Machine (PMSM) Modell	51
4.1.1	Wechselrichter – Parameter, Ein- und Ausgänge	53
4.1.2	PMSM – Parameter, Ein- und Ausgänge	57
4.1.3	Mechanik – Parameter, Ein- und Ausgänge	59
4.2	Induction Machine (IM) Modell	61
4.2.1	Wechselrichter – Parameter, Ein- und Ausgänge	62
4.2.2	IM – Parameter, Ein- und Ausgänge	64
4.2.3	Mechanik – Parameter, Ein- und Ausgänge	66
5	Konfiguration der Hardware in LABCAR-RTC	67
5.1	Allgemeine Einstellungen	68
5.1.1	„ES5340-Master“ Item	68
5.1.2	Vermessen der Gate-Ansteuersignale	69
5.1.3	Winkeltakteinheit	71
5.2	Integration des Modells	73
5.2.1	FPGA-Modell	73
5.2.2	Softwaremodell	77
5.3	I/O-Konfiguration	83
5.3.1	Lagesensoren	83

5.3.2	Analoge Ausgänge	86
5.3.3	Digitale Ausgänge	88
5.3.4	Analoge Eingänge	91
5.3.5	Digitale Eingänge	92
5.3.6	Ausgabe von Signalen über den analogen Multiplexer	94
5.3.7	Ausgabe von Signalen über den digitalen Multiplexer	96
6	Steckerbelegung und Anzeigeelemente	99
6.1	Steckerbelegung	100
6.1.1	Steckverbinder für die Ausgänge (ES5340.1-M und ES5340.1-S)	100
6.1.2	Steckverbinder für die Eingänge (nur ES5340.1-M)	101
6.1.3	Steckverbinder für das Winkeltaktsignal (nur ES5340.1-M)	103
6.2	Anzeigeelemente	103
7	Bestellinformationen und Lieferumfang	105
7.1	Allgemeine Bestelldaten	105
7.2	Separate Bestellung eines FPGA-Modells	105
8	Technische Daten und Normen	113
8.1	Technische Daten	113
8.2	Erfüllte Standards und Normen	115
9	ETAS Kontaktinformation	117
	Abbildungsverzeichnis	119
	Index	121

1 **Einleitung**

Dieses Benutzerhandbuch enthält die Beschreibung des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board. In diesem Kapitel finden Sie die Informationen zu den grundlegenden Funktionen und zum Einsatzgebiet des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board.



VORSICHT!

Einige Bauelemente des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board können durch elektrostatische Entladungen beschädigt oder zerstört werden. Belassen Sie die Karte bis zu ihrem Einbau in der Transportverpackung.

Das ES5340.1 Electric Drive Simulation Board darf nur an einem gegen statische Entladungen gesicherten Arbeitsplatz aus der Transportverpackung entnommen, konfiguriert und eingebaut werden.

1.1 **Eigenschaften**

Das ES5340.1 Electric Drive Simulation Board mit PCI-Express-Schnittstelle dient zum Testen von Steuergeräten für Wechselrichter/E-Motoren auf Signalebene. Die ES5340.1 ist für Anwendungen mit extrem hohen Geschwindigkeits- und Genauigkeitsanforderungen ausgelegt.

Es erlaubt die Simulation eines Wechselrichters mit E-Motor entweder auf dem Real-Time PC oder direkt auf dem FPGA der Karte.

1.1.1 **Signale**

Die ES5340.1 misst die Wechselrichter-Ansteuersignale vom Steuergerät – mit den Messergebnissen kann ein Wechselrichter/E-Motor Modell auf dem RTPC simuliert werden, dessen Ausgangsgrößen (Strom und Spannungssignale sowie Winkel- und Drehzahlinformation) über die ES5340.1 an das Steuergerät zurückgegeben werden.

Die Sensorsignale können analog oder digital dargestellt werden. Alle gängigen Lagesensoren wie Resolver, Sinus- und Digital-Encoder sind darstellbar.

Auch weitere Analog- und Digitalsignale sind möglich, wie zum Beispiel Fehler-signale, Batteriezustände oder DC/DC-Wandler-Ansteuerungen.

1.1.2 **Wechselrichter/PMSM¹-Modell**

Zur ES5340.1 Electric Drive Simulation Board wird ein konfigurierbares FPGA-basiertes Wechselrichter/PMSM-Modell angeboten. Es modelliert einen 6-Gate-Wechselrichter und eine permanenterrregte Dreiphasen-Synchronmaschine (PMSM) mit Mechanik.

Das FPGA-Modell generiert alle elektrischen und mechanischen Werte für den Wechselrichter und den E-Motor und berücksichtigt alle wesentlichen physikalischen Effekte wie z.B. Sättigungs- und Temperatureffekte.

Es zeichnet sich durch ein sehr ausgewogenes Verhältnis zwischen Geschwindigkeit und Genauigkeit aus. Mit dem FPGA-basierten Modell reduzieren sich die Modelllaufzeiten deutlich von etwa 10 μ s mit einem aus Simulink[®] generierten C-Code Modell (siehe „Real-Time PC-Modell“ auf Seite 9) auf 850 ns.

¹ permanenterrregte Synchronmaschine (engl. **p**ermanent **m**agnet **s**ynchronous **m**achine)

Die folgende Abb. 1-1 zeigt die Komponenten und Schnittstellen des Gesamtsystems „Steuergerät-I/O-Modell(-DVE)“.

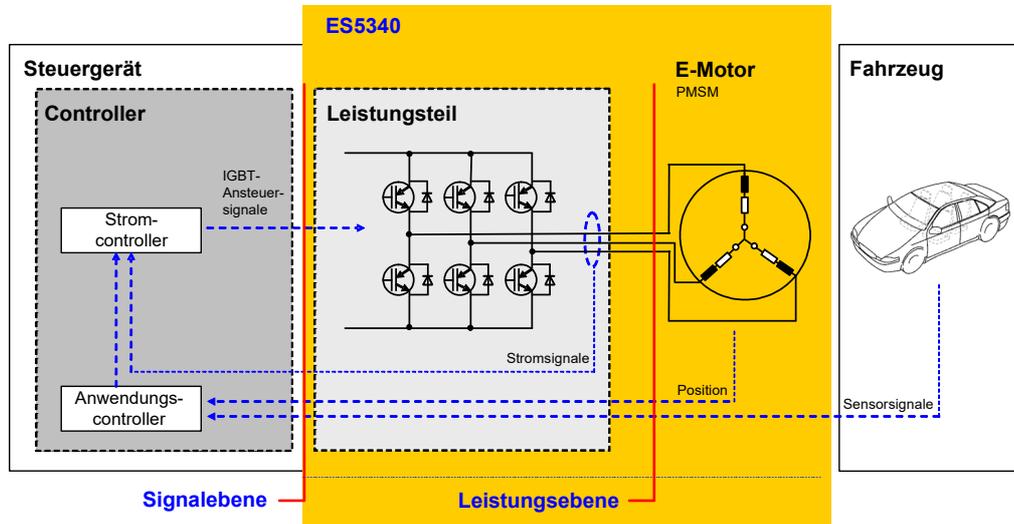


Abb. 1-1 Komponenten und Schnittstellen der ES5340.1

Parametrierung des Wechselrichters

Die Parametrierung des Wechselrichters erfolgt über die typischen Größen wie z.B. Schaltzeiten, Polarität oder Widerstände der Schalter und Dioden. Zudem können für jeden Schalter die Fehlerzustände „offen“/„geschlossen“ parametrieren werden. Auch das sogenannte „Free Wheeling“ (bei dem alle 6 Schalter offen sind) kann natürlich simuliert werden,

Zudem wird die Verlustleistung der ohmschen Komponenten für den gesamten Wechselrichter simuliert – für die ohmschen Komponenten kann ihr Wert zudem in Abhängigkeit der Temperatur gerechnet werden.

Für die Eingangsbeschaltung des Wechselrichters werden der Innenwiderstand der Batterie und der Zwischenkreiskondensator berücksichtigt – somit kann auch die Zwischenkreisspannung simuliert werden.

Parametrierung der PMSM

Die Parametrierung der PMSM erfolgt ebenso über typische Größen wie z.B. Polpaarzahl und Rastpositionen. Weitere Größen wie Widerstände, Induktivitäten, der magnetische Fluss und das Rastmoment können zur Laufzeit verändert werden. Damit ist eine sehr genaue Simulation der Phasenströme und des elektrischen Momentes gewährleistet und alle wesentlichen Größen können in Echtzeit verändert werden.

Auch bei der PMSM kann die Verlustleistung der ohmschen Komponenten simuliert werden und deren Temperaturabhängigkeit berechnet werden.

Parametrierung der Anbindung an den Triebstrang

Für die mechanische Anbindung an den Triebstrang wird in dem FPGA-Modell das Feder-Masse-Systems ebenfalls mitsimuliert. Das System wird durch die typischen Größen Reibkoeffizient, Trägheitsmoment für Rotor und Last, Torsionssteifigkeit und Dämpfung parametrieren. Das Lastmoment des Triebstranges kann zur Laufzeit vorgegeben und verändert werden.

In Abb. 1-2 sind die wichtigsten Ein- und Ausgangsgrößen des Simulationsmodells gezeigt. Diesen Größen können entweder mit einem anderen PC-basierten Simulationsmodell verbunden werden oder mit Hilfe dem ES5340.1 Electric Drive Simulation Board oder einer anderen Hardware als elektrische Signale ausgegeben werden.

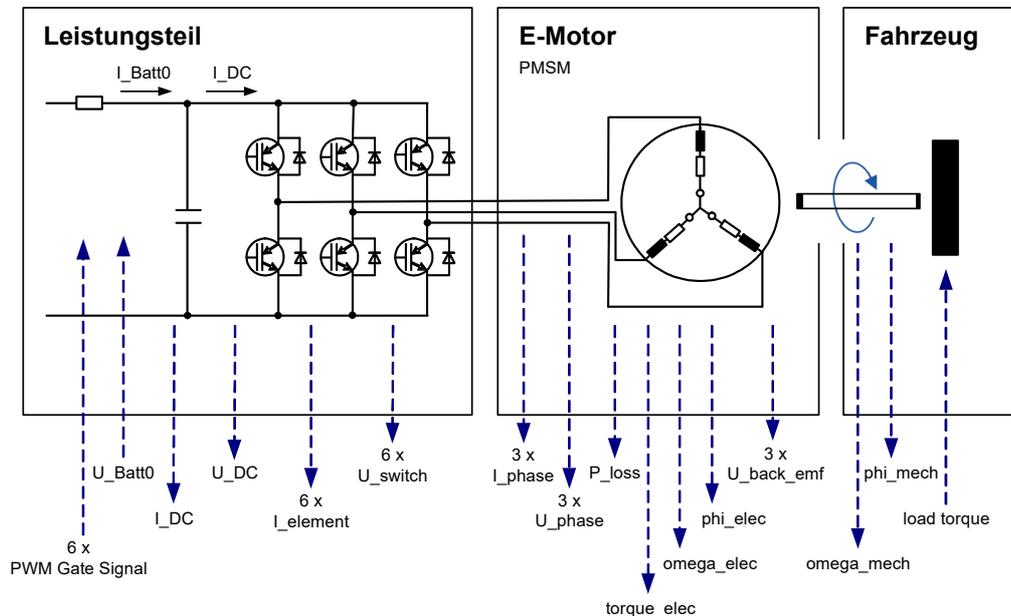


Abb. 1-2 Ein- und Ausgänge des FPGA-Modells

1.1.3 Real-Time PC-Modell

Alternativ dazu kann ein Modell des E-Motors auch auf dem Real-Time PC simuliert werden. Das in diesem Real-Time PC befindliche (oder über ein PCI-Express-Erweiterungssystem an diesem angeschlossene) ES5340.1 Electric Drive Simulation Board dient dabei als analoge und digitale I/O-Schnittstelle zum Steuergerät. Damit erhält man für die Messung der PWM-Steuersignale (für den Wechselrichter) geringe Latenzzeiten zwischen $5 \mu\text{s}$ und $10 \mu\text{s}$.

Winkeltakteinheit

Die auf der ES5340.1 vorhandene Winkeltakteinheit kann die vom Modell berechnete Position und Drehzahl des E-Motors übernehmen und dann als Winkeltakt-Master im System fungieren.

Prädiktion der Phasenströme

Die Stromsignale werden hardwareunterstützt mit 1 MHz Updaterate ausgegeben. Durch Prädiktion geschieht dies unabhängig von der Schrittweite des Real-Time PC-Simulationsmodells.

Clock-Recovery für IGBT-Ansteuersignale

Die Synchronisation beim Vermessen der Tastverhältnisse und der Ansteuersignale erfolgt mit einem externen Synchronisationssignal oder mittels Clock-Recovery, d.h. der automatischen Synchronisation mittenzentrierter PWM-Ansteuersignale.

1.1.4 Erweiterung mit Slave-Board

Mit der Slave-Karte ES5340.1-S können je 6 weitere Analog- und Digitalausgänge hinzugefügt werden (siehe „Varianten des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board“ auf Seite 10).

1.2 Varianten des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board

Das Master Board besitzt die im folgenden beschriebenen Eigenschaften – mit einem optionalen Slave-Board lässt sich die Anzahl der Ausgänge erhöhen (siehe „Electric Drive Simulation Slave Board (ES5340.1-S)“ auf Seite 10).

1.2.1 Electric Drive Simulation Master Board (ES5340.1-M)

Dieses Board enthält den vollen Funktionsumfang:

I/O

- 8 Analogausgänge (inkl. Simulation von analogen Drehgebersignalen)
- 8 Digitalausgänge (inkl. Simulation von digitalen Drehgebersignalen)
- 20 Digitaleingänge
- 4 Analogeingänge

Modellunterstützung

- FPGA-Modell erhältlich
- RTPC-Modell möglich

1.2.2 Electric Drive Simulation Slave Board (ES5340.1-S)

Dieses Board weist einen gegenüber dem Masterboard reduzierten Funktionsumfang auf:

I/O

- 6 Analogausgänge (ohne Simulation von analogen Drehgebersignalen)
- 6 Digitalausgänge (ohne Simulation von digitalen Drehgebersignalen)

Die Quelle der Ausgangssignale sind jeweils die Werte des FPGA- und RTPC-Modells einer ES5340.1-M.

Die folgende Abbildung zeigt die Frontplatte des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board mit den verschiedenen Anschlüssen.

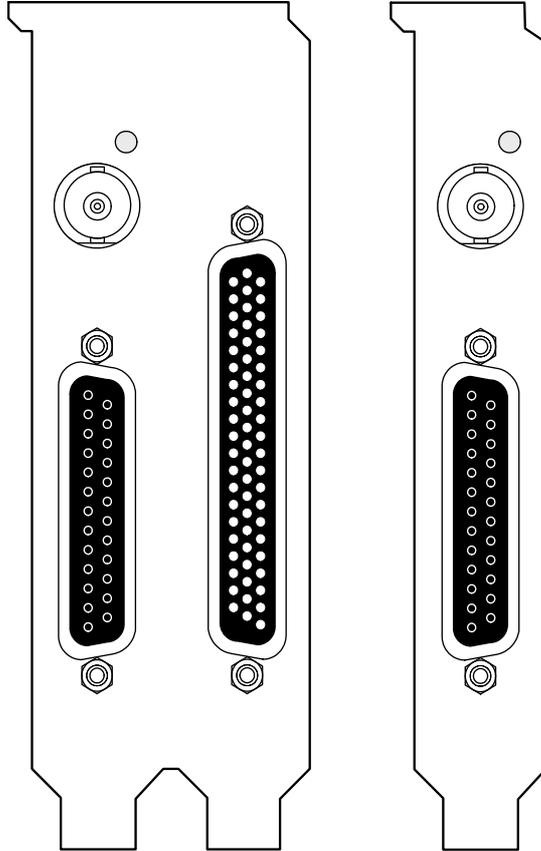


Abb. 1-3 Frontplatte des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board
(links Master, rechts Slave)

Die Funktion und die Belegung der Steckanschlüsse sind im Kapitel „Steckerbelegung und Anzeigeelemente“ auf Seite 99 beschrieben.

1.3 Blockdiagramm

Abb. 1-4 zeigt ein Blockdiagramm mit allen wichtigen Funktionseinheiten des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board.

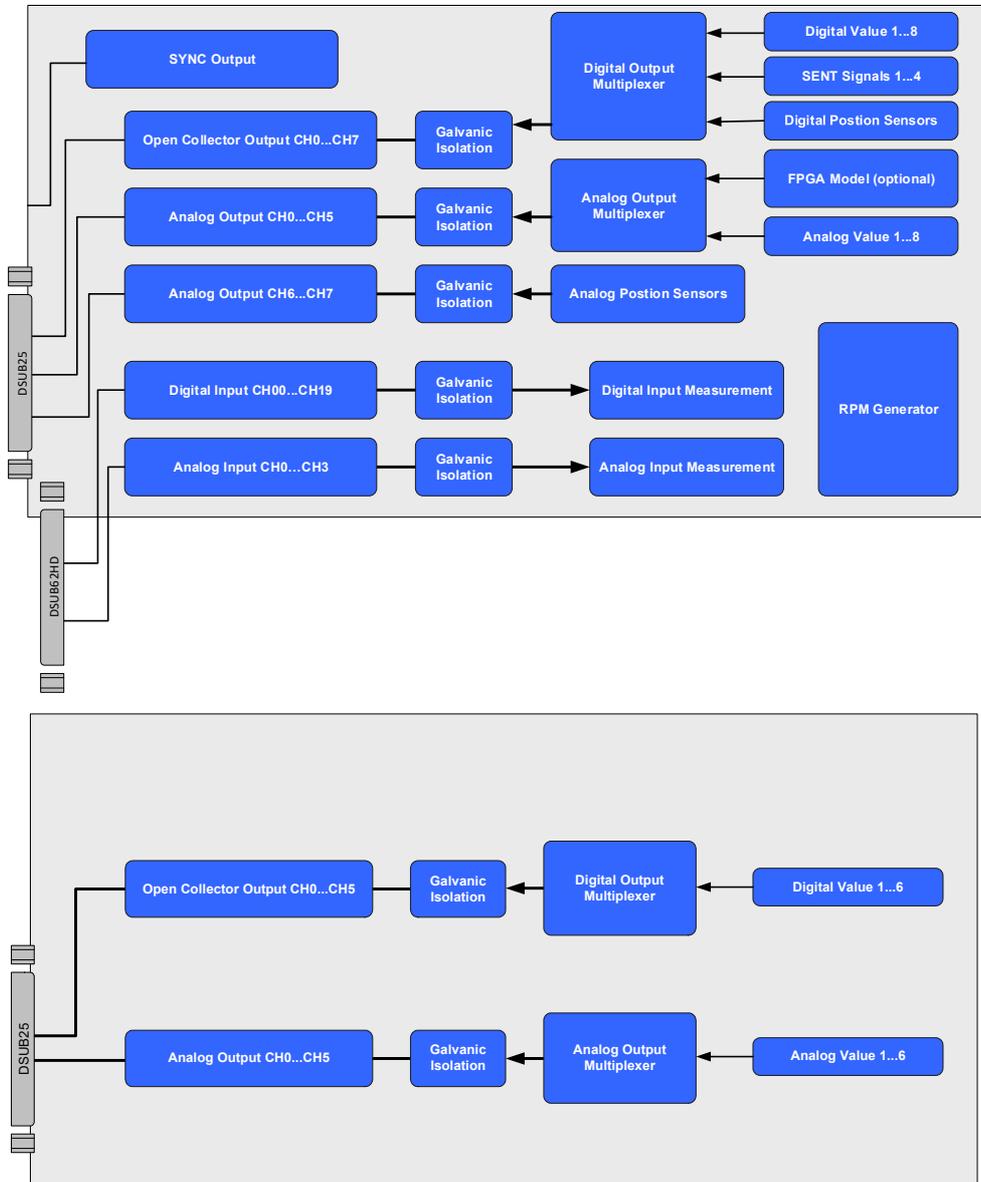


Abb. 1-4 Blockdiagramm ES5340.1 Electric Drive Simulation Board: Master ES5340.1-M (oben) und Slave ES5340.1-S (unten)

1.4 Grundlegende Sicherheitshinweise

Bitte beachten Sie die nachfolgenden Sicherheitshinweise, um gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Schäden am Gerät zu vermeiden.

1.4.1 Kennzeichnung von Sicherheitshinweisen

Die in diesem Handbuch enthaltenen Sicherheitshinweise sind mit dem unten dargestellten allgemeinen Gefahrensymbol gekennzeichnet:



Dabei werden die unten dargestellten Sicherheitshinweise verwendet. Sie geben Hinweise auf äußerst wichtige Informationen. Bitte lesen Sie diese Informationen sorgfältig.



VORSICHT!

kennzeichnet eine Gefährdung mit geringem Risiko, die leichte oder mittlere Körperverletzungen oder Sachschäden zur Folge haben könnte, wenn sie nicht vermieden wird.



WARNUNG!

kennzeichnet eine mögliche Gefährdung mit mittlerem Risiko, die Tod oder (schwere) Körperverletzung zur Folge haben kann, wenn sie nicht vermieden wird.



GEFAHR!

kennzeichnet eine unmittelbare Gefährdung mit hohem Risiko, die Tod oder schwere Körperverletzung zur Folge haben wird, wenn sie nicht vermieden wird.

1.4.2 Allgemeine Sicherheitsinformationen

Bitte beachten Sie den Produkt-Sicherheitshinweis („ETAS Safety Advice“) und die nachfolgenden Sicherheitshinweise, um gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Schäden am Gerät zu vermeiden.

Hinweis

Lesen Sie die zum Produkt gehörende Dokumentation (dieses Benutzerhandbuch) vor der Inbetriebnahme sorgfältig.

Die ETAS GmbH übernimmt keine Haftung für Schäden, die durch unsachgemäße Handhabung, nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch und durch Nichteinhaltung der Sicherheitsvorkehrungen entstanden sind.

1.4.3 Anforderungen an den Benutzer und Pflichten des Betreibers

Montieren, bedienen und warten Sie das Produkt nur, wenn Sie über die erforderliche Qualifikation und Erfahrung für dieses Produkt verfügen. Fehlerhafte Nutzung oder Nutzung durch Anwender ohne ausreichende Qualifikation kann zu Schäden an Leben bzw. Gesundheit oder Eigentum führen.

Die Sicherheit von Systemen, die das Produkt verwenden, liegt in der Verantwortung des Systemintegrators.

Allgemeine Arbeitssicherheit

Halten Sie die bestehenden Vorschriften zur Arbeitssicherheit und Unfallverhütung ein. Beim Einsatz dieses Produkts müssen alle geltenden Vorschriften und Gesetze in Bezug auf den Betrieb beachtet werden.

1.4.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

Einsatzbereich des Produkts

Das Produkt ist eine PCI-Express-Einsteckkarte für die Hauptplatine des RTPCs im ES5300.1-A Housing oder für einen RTPC von ETAS (TP_RTPC_2/3U.x). Das Produkt darf ausschließlich in dem dafür vorgesehenen ES5300.1-A Housing oder RTPC von ETAS betrieben werden.

Der Verwendungszweck des Produkts ist wie folgt:

- Verwendung als Bestandteil in industriellen Laboreinrichtungen oder an industriellen Arbeitsplätzen
- Verwendung als Hardwareinterface für Steuergeräte in einem Hardware-in-the-Loop Testsystem
- Verwendung im Zusammenspiel mit ETAS Software, die das ES5300.1-A Housing und das ES5300.1-B Housing unterstützen
- Verwendung als Interface im Zusammenspiel mit Softwareprogrammen, welche die standardisierten, dokumentierten und offenen APIs von ETAS Software-Produkten bedienen

Das Produkt ist **nicht** vorgesehen für Folgendes:

- Verwendung innerhalb eines Fahrzeugs auf der Straße
- Verwendung als Teil eines Lebenserhaltungssystems
- Verwendung als Teil einer medizinischen Anwendung
- Anwendungen, bei denen der Missbrauch zu Verletzungen oder Schäden führen kann
- Verwendung in Umgebungen, in denen Bedingungen herrschen, welche außerhalb der spezifizierten Bereiche liegen (siehe „Umgebungsbedingungen“ auf Seite 115)
- Verwendung mit Signalkonditionierung, die außerhalb der spezifizierten Bereiche liegt (siehe Spannungen, Ströme und Leistungsaufnahme im Kapitel „Technische Daten und Normen“ auf Seite 113)

Anforderungen an den technischen Zustand des Produkts

Das Produkt entspricht dem Stand der Technik sowie den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln. Das Produkt darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß, sicherheits- und gefahrenbewusst unter Beachtung der zu dem Produkt gehörenden Dokumentation betrieben werden. Wird das Produkt nicht bestimmungsgemäß eingesetzt, kann der Schutz des Produkts beeinträchtigt werden.

Anforderungen an den Betrieb

- Verwenden Sie das Produkt nur entsprechend den Spezifikationen im zugehörigen Benutzerhandbuch. Bei abweichender Nutzung ist die Produktsicherheit nicht gewährleistet.

- Verwenden Sie das Produkt nicht in nasser oder feuchter Umgebung.
- Verwenden Sie das Produkt nicht in explosionsgefährdeten Bereichen.

Elektrosicherheit und Stromversorgung

Beachten Sie die am Einsatzort geltenden Vorschriften zur Elektrosicherheit sowie die Gesetze und Vorschriften zur Arbeitssicherheit!



WARNUNG!

Brandgefahr!

Verwenden Sie nur Sicherungen, die der Spezifikation im Benutzerhandbuch des Produkts entsprechen! Überbrücken Sie niemals defekte Sicherungen!

Nichtbeachten der Sicherungs-Spezifikation kann zu Überströmen, Kurzschlüssen und Bränden führen.

Stromversorgung

Die Stromversorgung des Produkts erfolgt durch das ES5300.1-A Housing oder durch das ES5300.1-B Housing über den PCIe-Steckplatz auf der Hauptplatine des RTPCs.

Isolationsanforderungen an Laborstromversorgungen für an das HiL-System angeschlossene Schaltkreise:

- Die Stromversorgung für angeschlossene Schaltkreise muss sicher von der Netzspannung getrennt sein. Verwenden Sie z.B. eine Fahrzeugbatterie oder eine geeignete Laborstromversorgung.
- Verwenden Sie nur Laborstromversorgungen mit doppeltem Schutz zum Versorgungsnetz (mit doppelter Isolation / mit verstärkter Isolation (DI/RI)).
Laborstromversorgungen, die den Normen IEC/EN 60950 oder IEC/EN 61010 entsprechen, erfüllen diese Anforderungen.
- Die Laborstromversorgung muss für eine Einsatzhöhe von 2000 m und für eine Umgebungstemperatur bis zu 40°C zugelassen sein.

Einsteckkarte spannungsfrei schalten

Schalten Sie das ES5300.1-A Housing bzw. das ES5300.1-B Housing und externe Spannungsversorgungen aus und ziehen Sie den Netzstecker und die anderen Steckverbinder an der Einsteckkarte. Warten Sie mindestens drei Minuten, bevor Sie die Einsteckkarte ausbauen.

Zugelassene Kabel

Die Signalleitungen dürfen eine maximale Länge von 3 m nicht überschreiten!



WARNUNG!

Brandgefahr!

Verwenden Sie bei der Herstellung von Kabelbäumen (z.B. zum Anschluss des Steuergeräts und externer Lasten) nur zugelassene Kabel. Die verwendeten Kabel müssen insbesondere für die auftretenden Ströme, Spannungen und Temperaturen geeignet und flammhemmend nach einer der folgenden Normen IEC60332-1-2, IEC60332-2-2, UL2556/UL1581VW-1 sein!

Anforderungen an den Aufstellungsort

**WARNUNG!**

Dies ist eine Einrichtung der Klasse A. Diese Einrichtung kann im Wohnbereich Funkstörungen verursachen. In diesem Fall kann vom Betreiber verlangt werden, angemessene Maßnahmen durchzuführen.

Anforderungen an die Belüftung

**VORSICHT!**

Die Luftzirkulation innerhalb des ES5300.1-A Housings und des ES5300.1-B Housings kann nur sichergestellt werden, wenn alle freien Steckplätze mit Frontplatten abgedeckt sind. Ansonsten kann es zu Übertemperaturen kommen und der Übertemperaturschutz der ES5300.1-A bzw. der ES5300.1-B auslösen. Montieren Sie deshalb bei allen freien Steckplätzen Frontplatten!

Transport und Einbau

**VORSICHT!**

Einige Bauelemente des Produkts können durch elektrostatische Entladungen beschädigt oder zerstört werden. Belassen Sie die Einsteckkarte bis zu ihrem Einbau in der Transportverpackung. Entnehmen, konfigurieren und verbauen Sie das Produkt nur an einem gegen statische Entladungen gesicherten Arbeitsplatz.

**VORSICHT!**

Um eine Beschädigung der Einsteckkarten und des LABCAR-Housings und dadurch mögliche Schäden an Eigentum und Gesundheit zu vermeiden, beachten Sie die Montageanleitungen in den entsprechenden Benutzerhandbüchern und die darin enthaltenen Hinweise.

Anschließen/Entfernen von Geräten

Zur Vermeidung von Verletzungen und Hardwareschäden beachten Sie folgende Vorsichtsmaßnahmen:

- Legen Sie keine Spannungen an die Anschlüsse des Produkts an, die nicht den Spezifikationen des jeweiligen Anschlusses entsprechen.
- Schließen Sie keine Geräte an und entfernen Sie keine Geräte, während das ES5300.1-A Housing bzw. das ES5300.1-B Housing oder angeschlossene Geräte eingeschaltet sind. Schalten Sie zuvor das ES5300.1-A Housing bzw. ES5300.1-B Housing durch Herunterfahren des Real-Time PCs und durch Betätigen des Ein- /Ausschalters auf der Rückseite aus und ziehen Sie den Netzstecker.
- Achten Sie beim Anschluss von Steckverbindern darauf, dass diese gerade eingeführt werden und keine Pins verbogen werden.

Wartung

Eine Wartung des Produkts ist nicht erforderlich.

Reparatur

Sollte eine Reparatur eines ETAS Hardware-Produkts erforderlich sein, schicken Sie das Produkt an ETAS.

Reinigung

Eine Reinigung des Produkts ist nicht vorgesehen.

1.5 Kennzeichnungen auf dem Produkt

Folgende Symbole werden zur Kennzeichnung des Produkts verwendet:

Symbol	Beschreibung
	Lesen Sie vor der Inbetriebnahme des Produktes unbedingt das Benutzerhandbuch
	Kennzeichnung für CE-Konformität (siehe „CE-Kennzeichen“ auf Seite 18)
	Kennzeichnung für China RoHS, siehe Kapitel (siehe „RoHS-Konformität“ auf Seite 18)
	Kennzeichnung zur Einhaltung der WEEE-Richtlinie (siehe „Produktrücknahme und Recycling“ auf Seite 20)

Bitte beachten Sie die Informationen im Kapitel „Technische Daten und Normen“ auf Seite 113.

1.5.1 CE-Kennzeichen

ETAS bestätigt mit der auf dem Produkt oder auf dessen Verpackung angebrachten CE-Kennzeichnung, dass das Produkt den produktspezifisch geltenden europäischen Richtlinien entspricht. Die CE-Konformitätserklärung für das Produkt ist auf Anfrage erhältlich.

1.5.2 KC-Kennzeichnung

ETAS bestätigt mit der auf dem Produkt und der auf dessen Verpackung angebrachten KC-Kennzeichnung, dass das Produkt entsprechend den produktspezifisch geltenden KCC-Richtlinien der Republik Korea registriert wurde.

1.5.3 RoHS-Konformität

Europäische Union

Die EG-Richtlinie RoHS 2011/65/EU schränkt für Elektro- und Elektronikgeräte die Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe ein (RoHS-Konformität).

ETAS bestätigt, dass das Produkt dieser in der Europäischen Union geltenden Richtlinie entspricht.

China

ETAS bestätigt mit der auf dem Produkt oder auf dessen Verpackung angebrachten China RoHS-Kennzeichnung, dass das Produkt den in der Volksrepublik China geltenden Richtlinien der „China RoHS“ (Management Methods for Controlling Pollution Caused by Electronic Information Products Regulation) entspricht.

1.6 Produktrücknahme und Recycling

Die Europäische Union (EU) hat die Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Waste Electrical and Electronic Equipment - WEEE) erlassen, um in allen Ländern der EU die Einrichtung von Systemen zur Sammlung, Behandlung und Verwertung von Elektronikschrott sicherzustellen.

Dadurch wird gewährleistet, dass die Geräte auf eine ressourcenschonende Art und Weise recycelt werden, die keine Gefährdung für die Gesundheit des Menschen und der Umwelt darstellt.



Abb. 1-5 WEEE-Symbol

Das WEEE-Symbol auf dem Produkt oder dessen Verpackung kennzeichnet, dass das Produkt nicht zusammen mit dem Restmüll entsorgt werden darf.

Der Anwender ist verpflichtet, die Altgeräte getrennt zu sammeln und dem WEEE-Rücknahmesystem zur Wiederverwertung bereitzustellen.

Die WEEE-Richtlinie betrifft alle ETAS-Geräte, nicht jedoch externe Kabel oder Batterien.

Weitere Informationen zum Recycling-Programm der ETAS GmbH erhalten Sie von den ETAS Verkaufs- und Serviceniederlassungen (siehe „ETAS Kontaktinformation“ auf Seite 117).

1.7 Deklarationspflichtige Stoffe

Einige Produkte der ETAS GmbH (z.B. Module, Boards, Kabel) verwenden Bauteile mit deklarationspflichtigen Stoffen entsprechend der REACH-Verordnung (EG) Nr.1907/2006. Detaillierte Informationen finden Sie im ETAS Downloadcenter in der Kundeninformation „REACH Declaration“ <www.etas.com/Reach>. Diese Informationen werden ständig aktualisiert.

1.8 Über dieses Handbuch

Dieses Handbuch besteht aus den folgenden Kapiteln:

- „Einleitung“ auf Seite 7
Dieses Kapitel
- „Einbau und Konfiguration“ auf Seite 23
- Hardwarebeschreibung „Einleitung“ auf Seite 7
- „FPGA-Modelle“ auf Seite 51
- „Konfiguration der Hardware in LABCAR-RTC“ auf Seite 67
- „Steckerbelegung und Anzeigeelemente“ auf Seite 99
- „Bestellinformationen und Lieferumfang“ auf Seite 105
- „Technische Daten und Normen“ auf Seite 113
- „ETAS Kontaktinformation“ auf Seite 117

1.8.1 Umgang mit dem Handbuch

Darstellung von Information

Alle vom Anwender auszuführenden Tätigkeiten werden in einem sogenannten „Use-Case“-Format dargestellt. D. h., dass das zu erreichende Ziel zuerst in der Titelzeile kurz definiert wird, und die jeweiligen Schritte, die notwendig sind, um dieses Ziel zu erreichen, dann in einer Liste aufgeführt werden. Die Darstellung sieht wie folgt aus:

Zieldefinition

eventuelle Vorabinformation...

1. Schritt 1

eventuelle Erläuterung zu Schritt 1...

2. Schritt 2

eventuelle Erläuterung zu Schritt 2...

eventuelle abschließende Bemerkungen...

Konkretes Beispiel:

Erstellen einer neuen Datei

Vor dem Erstellen einer neuen Datei darf keine andere geöffnet sein.

1. Wählen Sie **Datei** → **Neu**.

Die Dialogbox „Datei Erstellen“ erscheint.

2. Geben Sie den Namen für die Datei im Feld „Dateiname“ ein.

Der Dateiname darf nicht mehr als 8 Zeichen lang sein.

3. Klicken Sie **OK**.

Die neue Datei wird erstellt und unter dem von ihnen angegebenen Namen abgelegt. Sie können nun mit der Datei arbeiten.

Typografische Konventionen

Folgende typografischen Konventionen werden verwendet:

Wählen Sie Datei → Öffnen .	Menübefehle werden fett/blau dargestellt.
Klicken Sie OK .	Schaltflächen werden fett/blau dargestellt.
Drücken Sie <EINGABE>.	Tastaturbefehle werden in spitzen Klammern, in Kapitälchen dargestellt.
Das Dialogfenster „Datei öffnen“ erscheint.	Namen von Programmfenstern, Dialogfenstern, Feldern u.ä. werden in Anführungszeichen gesetzt.
Wählen Sie die Datei <code>setup.exe</code> aus.	Text in Auswahllisten, Programmcode, sowie Pfad- und Dateinamen werden in der Schriftart <code>Courier</code> dargestellt.
Eine Konvertierung zwischen den Datentypen logisch und arithmetisch ist <i>nicht</i> möglich.	Inhaltliche Hervorhebungen und neu eingeführte Begriffe werden <i>kursiv</i> gesetzt.

Wichtige Hinweise für den Anwender werden so dargestellt:

Hinweis

Wichtiger Hinweis für den Anwender.

2 **Einbau und Konfiguration**

Dieses Kapitel enthält wichtige Informationen zu folgenden Themen:

- „Einbau der ES5340.1 in den Real-Time PC“ auf Seite 24
Wenn Sie Ihren Real-Time PC selbst aufbauen oder die PCI-Express-Karte nachträglich in einen bereits vorhandenen Real-Time PC einbauen wollen, beachten Sie bitte unbedingt die Hinweise und Anleitungen in diesem Kapitel.
- „Master/Slave-Konfiguration“ auf Seite 25
Zur Erweiterung der I/O-Kapazität der ES5340.1-M (Master) kann eine Slave-Karte installiert werden (ES5340.1-S), mit der die Anzahl der analogen und digitalen Ausgänge um jeweils sechs erhöht werden.
- „Winkeltakt-Master/Slave-Konfiguration“ auf Seite 27
Die auf der ES5340.1 vorhandene Winkeltakteinheit kann als Master oder als Slave betrieben werden.
- „Der Modus „Exclusive Core Usage““ auf Seite 28
Wenn die Phasenströme und -spannungen in einem Softwaremodell (auf dem Real-Time PC) in Abhängigkeit von den PWM-Signalen der Wechselrichteransteuerung simuliert werden, muss das Modell typischerweise in einer Task $< 50 \mu\text{s}$ gerechnet werden.

2.1 Einbau der ES5340.1 in den Real-Time PC

Wenn Sie Ihren Real-Time PC selbst aufbauen oder die PCI-Express-Karte nachträglich in einen bereits vorhandenen Real-Time PC einbauen wollen, beachten Sie bitte unbedingt die Hinweise und Anleitungen in diesem Kapitel.

2.1.1 Anforderungen und Spezifikationen

Die Hardware des Real-Time PC sollte (sofern dieser nicht bei ETAS erworben wurde) folgenden Anforderungen entsprechen.

Prozessor	Intel Core i7 Intel Core 2 Familie (Duo und Quad) Intel Pentium® Familie (inkl. Pentium D) Intel Celeron® Familie Intel P4
Level2 Cache	min 1 MB, 2 MB für grosse Modelle
RAM	1 GB empfohlen
Southbridge Chip	ICH 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 z.B. Intel Chipsätze 915, 925, 945, 955, 965, 975, E7230 und X38, X48, X58
PCI Slots	min. 3
Onboard Ethernet Adapter (Ethernet-Adapter für Verbindung zum Bedien-PC)	Alle vom Linux-Kernel Version 2.6.33.5 unterstützten Karten (e.g. Realtek 8139, SiS900, Intel 8255x, Intel 82573x, Intel Gigabit Network Connection 82574L, 82583V, 82567V-3, 82567LM-4, 82567LM-3, 82567LF-3, 82567V-4, 82577LM, 82577LC, 82578DM, 82578DC)
PCI/PCIe Ethernet Adapter (Ethernet-Adapter für Verbindung zu ES1130)	- Intel PRO/100 card S, revision 12 (0C) oder höher - Intel PRO/1000 Familie - Intel PRO/1000 PT Quad Server Adapter PCIe x4 Connector - Intel Gigabit CT Desktop Adapter - Supermicro AOC-UG-i4 PCIe x8 UIO Connector
Festplatte	IDE oder SATA, min. 20 GB, 40 GB und mehr empfohlen
Grafik	VGA-kompatibel (nur Textmodus)
Monitor	Nur für die Grundinstallation benötigt
Tastatur	PS/2, nur für die Grundinstallation benötigt
CD-ROM Laufwerk	IDE oder SATA, wird nur für die Grundinstallation benötigt (bootfähig)
Betriebssystem	Nicht erforderlich

Tab. 2-1 Anforderungen und Spezifikationen für den Real-Time PC (Stand 12/2010)

PCI-Express Spezifikation

Die PCI-Express-Steckplätze für die ES5340.1-M und ES5340.1-S müssen die Breite „x4“ aufweisen. Das unterstützte Protokoll hat die Version 2.0, die Karten sind aber abwärtskompatibel zu 1.1 und 1.0.a.

Auslegung des Netzteils

Um die beim Einsatz mehrerer PCI-Express-Karten erforderlichen Leistungen zu garantieren, sollte das Netzteil eine Mindestleistung von 400 W besitzen.

2.1.2 Vorgehensweise beim Einbau

Beachten Sie beim Einbau eines ES5340.1 Electric Drive Simulation Board die folgenden Punkte:

- Schalten Sie vor dem Einbau Ihren Real-Time PC aus und ziehen Sie den Netzstecker.
- Zur Vermeidung von Schäden an der Hardware durch elektrostatische Entladung beachten Sie bitte folgende Vorsichtsmaßnahmen:



VORSICHT!

Einige Bauelemente des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board können durch elektrostatische Entladungen beschädigt oder zerstört werden. Belassen Sie die Einschubkarte bis zu ihrem Einbau in der Transportverpackung.

Das ES5340.1 Electric Drive Simulation Board darf nur an einem gegen statische Entladungen gesicherten Arbeitsplatz aus der Transportverpackung entnommen, konfiguriert und eingebaut werden.

- Folgen Sie den Anweisungen des PC-Herstellers zum Einbau von Erweiterungskarten

2.2 Master/Slave-Konfiguration

Zur Erweiterung der I/O-Kapazität der ES5340.1-M (Master) kann eine Slave-Karte installiert werden (ES5340.1-S), mit der die Anzahl der analogen und digitalen Ausgänge um jeweils sechs erhöht werden.

Dabei muss unterschieden werden, ob mit einem FPGA-Modell oder einem Modell auf dem Real-Time PC gearbeitet wird.

Verwendung eines FPGA-Modells auf dem Master

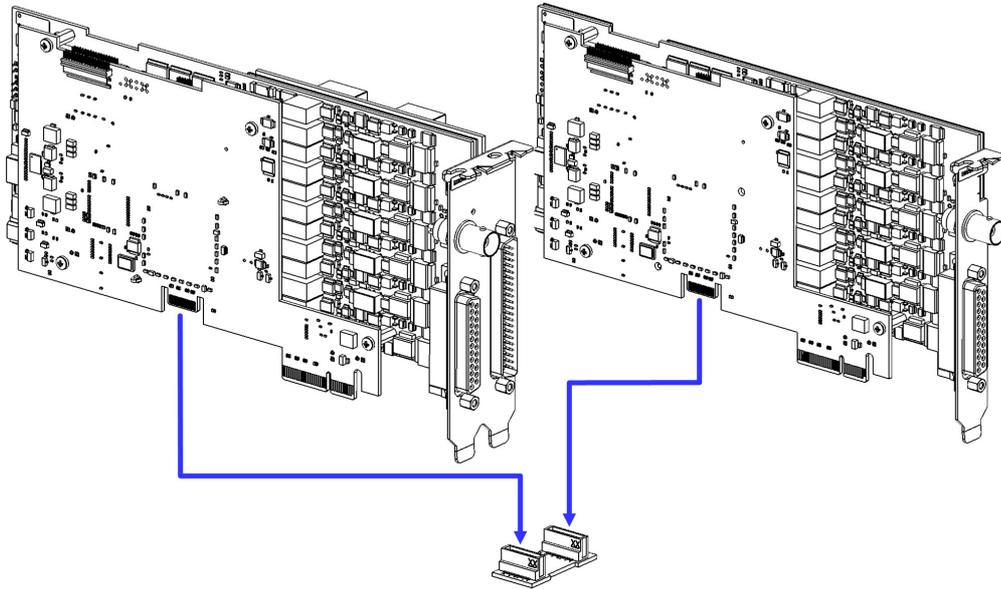
Durch die Verbindung von Master- und Slave-Karte mittels des sog. Gigabit-Link können alle Ausgänge der Slave-Karte vom FPGA-Modell mit den typisch geringen Latenzen ($< 1 \mu\text{s}$) angesprochen werden (siehe „Verbinden von Master und Slave über Gigabit-Link“ auf Seite 26).

Verwendung eines Modells auf dem Real-Time PC

In diesem Fall kann die ES5340.1-S einfach in einen PCI-Express-Steckplatz eingesteckt werden – nach deren Konfiguration in LABCAR-RTC können die Ausgänge des ES5340.1-S über den Connection Manager von LABCAR-OPERATOR angesprochen werden.

2.2.1 Verbinden von Master und Slave über Gigabit-Link

Die folgende Abbildung zeigt die Verbindung einer ES5340.1-M mit einer ES5340.1-S über Gigabit-Link.

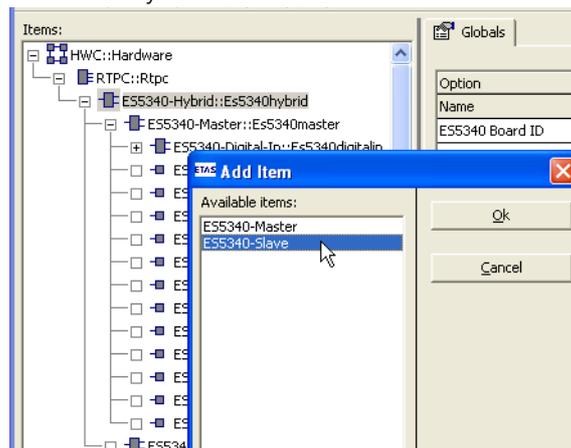


Die Brücke für den Gigabit-Link ist eine kleine Platine mit zwei Steckern, die mit einer ES5340.1-S mitgeliefert wird. Die Slave-Karte muss dabei rechts vom Master angebracht werden.

Verbinden Sie zuerst Master und Slave mit der Brücke (siehe Abbildung) und stecken Sie den „Doppelpack“ anschließend in zwei benachbarte PCI-Express-Steckplätze.

2.2.2 Konfiguration in LABCAR-RTC

Zur Konfiguration der Slave-Karte in LABCAR-RTC müssen Sie ein „ES5340-Slave“-Subsystem einbinden.



Anschließend können Sie die zusätzlichen Ausgänge nach Ihren Erfordernissen konfigurieren.

2.3 Winkeltakt-Master/Slave-Konfiguration

Die auf der ES5340.1 vorhandene Winkeltakteinheit kann als Master oder als Slave betrieben werden.

Die Winkeltakteinheit kann darüberhinaus die vom Modell berechnete Position und Drehzahl des E-Motors übernehmen und dann als Winkeltakt-Master im System fungieren. Dazu müssen die Winkeltaktbusse des Masters und eines oder mehrerer Slaves verbunden werden, wie dies im folgenden beschrieben ist.

Hinweis

Die folgenden Ausführungen gelten nur für Karten, die sich in PCI-Express-Steckplätzen befinden!

2.3.1 Verbinden der Winkeltaktbusse zweier Karten

Zum Anschließen des Winkeltaktsignals sind auf jeder Karte zwei Steckverbinder vorhanden, die mit einem entsprechenden Kabel verbunden werden.

Durchführung

- Wenn Sie eine weitere Karte einbauen oder zwei bereits eingebaute für eine Master/Slave-Konfiguration verbinden wollen, schalten Sie zuerst ihren Real-Time PC aus.
- Beachten Sie die in „Vorgehensweise beim Einbau“ auf Seite 25 beschriebenen Punkte.
- Verbinden Sie die jeweils benachbarten Anschlüsse zweier Karten (Anschlüsse A in Abb. 2-1) mit einem der mitgelieferten Flachbandkabel.
- Terminieren Sie die jeweils gegenüberliegenden Anschlüsse (Anschlüsse B in Abb. 2-1) mit den mitgelieferten Terminierungssteckern.

Eine einzelne Karte muss ebenfalls mit einem Terminierungsstecker terminiert werden.

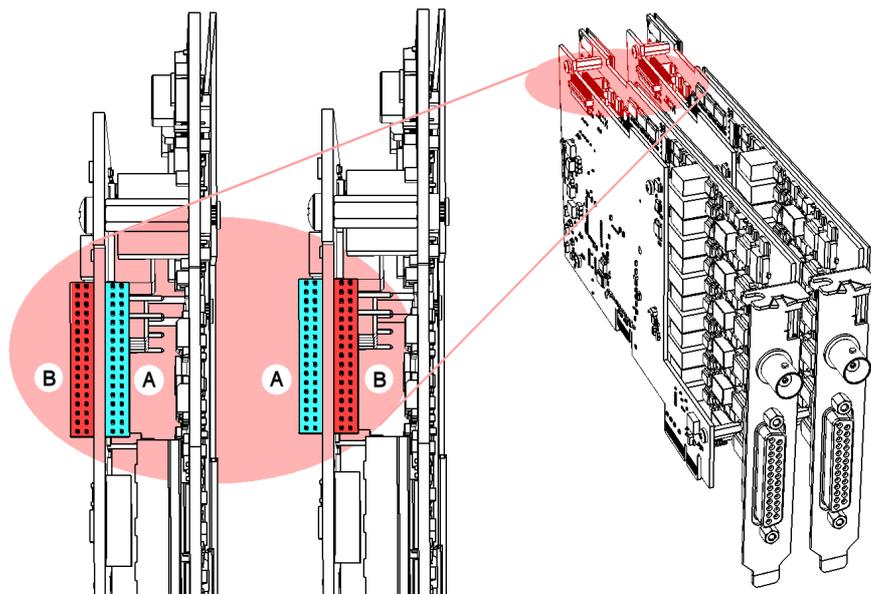


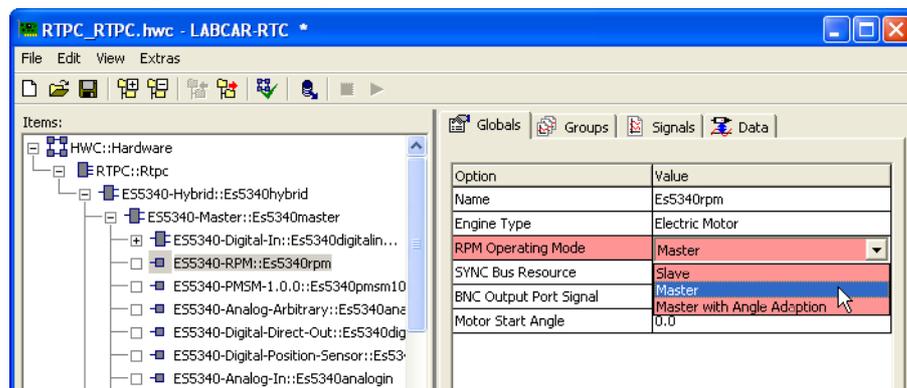
Abb. 2-1 Verbinden der Winkeltaktbusse zweier Karten

Hinweis

Bevor Sie die Stecker vorsichtig in die Buchsen drücken, achten Sie unbedingt darauf, dass die Steckerpins nicht versetzt zu Buchse positioniert werden!

2.3.2 Konfiguration der Winkeltakteinheit (in LABCAR-RTC)

Die Zuweisung, ob eine Winkeltakteinheit als Master oder als Slave fungiert, erfolgt bei dem jeweiligen „ES5340-RPM“-Item. In der Registerkarte „Globals“ können Sie die Option „RPM Operating Mode“ entsprechend einstellen (siehe auch „Konfiguration der Winkeltakteinheit in LABCAR-RTC“ auf Seite 50).



2.4 Der Modus „Exclusive Core Usage“

Wenn die Phasenströme und -spannungen in einem Softwaremodell (auf dem Real-Time PC) in Abhängigkeit von den PWM-Signalen der Wechselrichteransteuerung simuliert werden, muss das Modell typischerweise in einer Task <math>< 50 \mu\text{s}</math> gerechnet werden.

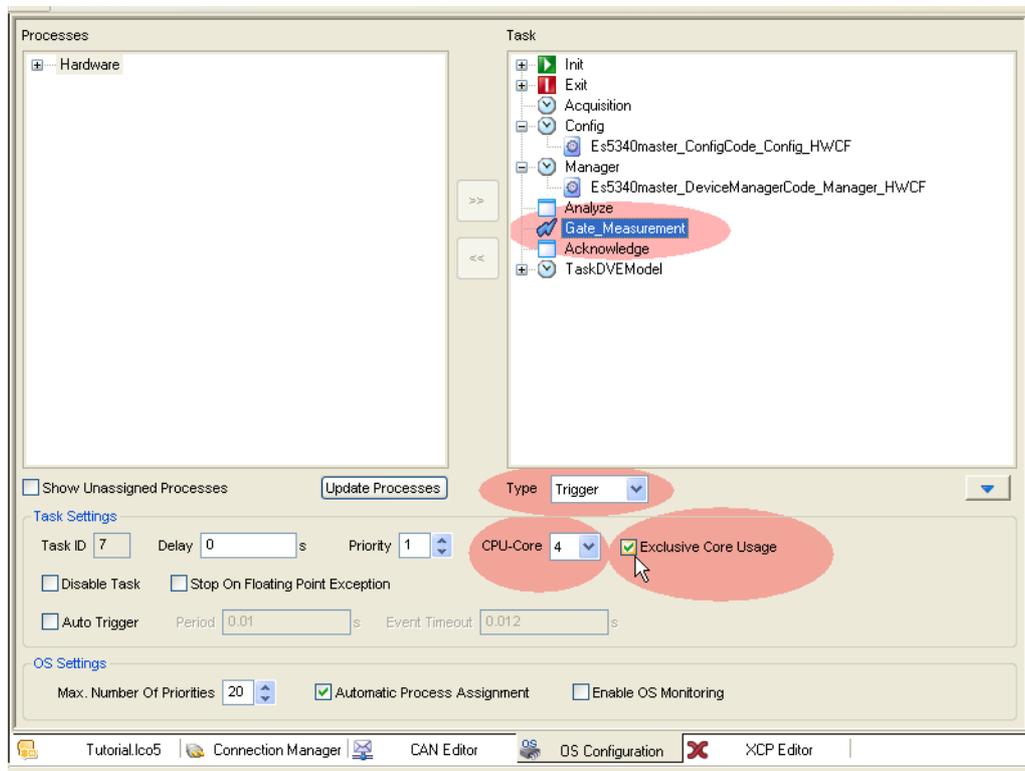
Diese Anforderung kann mit einem direkten Zugriff auf einen dedizierten Prozessorkern („Exclusive Core Usage“) realisiert werden. Dadurch wird erreicht, dass es – zwischen der Ausgabe der Ansteuersignale und dem Vermessen der Stromsignale – zu keinen Rasterverlusten im Steuergerät kommt.

Voraussetzungen

Voraussetzung für die Nutzung dieses Modus ist, dass der Prozessor des Real-Time PC mindestens vier Kerne besitzt und dass mindestens einer dieser Kerne von keiner anderen Task verwendet wird (s.u.).

Eine Task für „Exclusive Core Usage“ erstellen

1. Wechseln Sie in LABCAR-IP in des Register „OS Configuration“.
2. Erstellen Sie im Feld „Task“ eine neue Task (**Add Task** im Kontextmenu).
3. Benennen Sie die Task um (**Rename**).



4. Wählen Sie für „Type“ den Typ „Trigger“.
5. Wählen Sie die Option „Exclusive Core Usage“.
6. Wählen Sie bei „CPU Core“ den Kern, der exklusiv für diese Task zur Verfügung stehen soll.

Hier werden nur Kerne angezeigt, die von keiner anderen Task verwendet werden – ggf. müssen Sie (durch Umkonfiguration anderer Tasks) einen Kern freigeben.

Hinweis

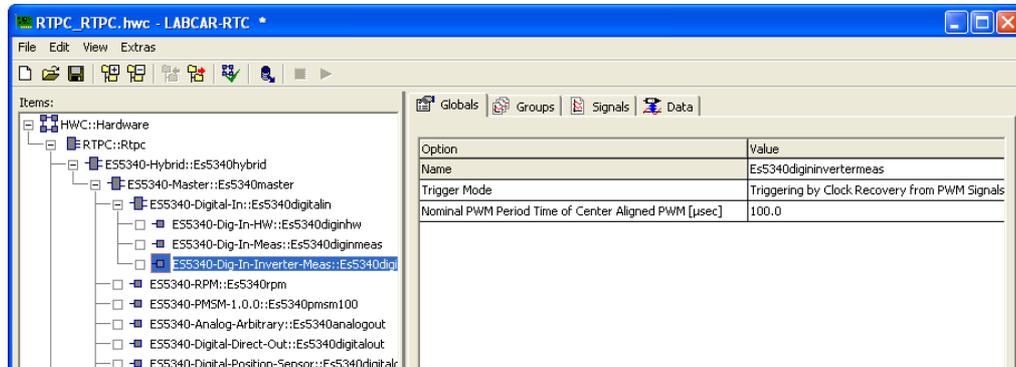
Die Gesamtzahl der vorhandenen Prozessorkerne ist in LABCAR-IP nicht bekannt – weisen Sie nur Kerne zu, die auch tatsächlich vorhanden sind!

7. Speichern Sie das Projekt.

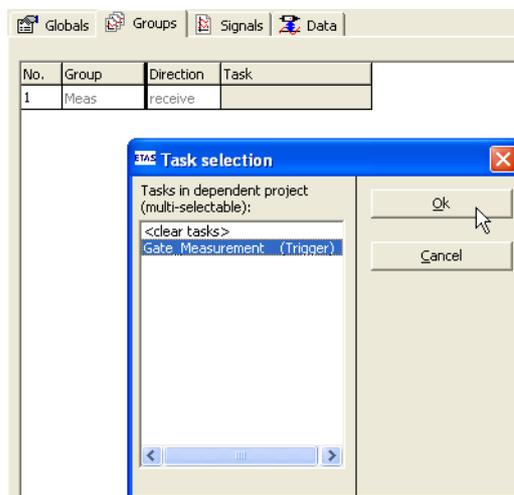
Messung in LABCAR-RTC konfigurieren

1. Öffnen Sie die Hardware-Konfiguration in LABCAR-RTC.
2. Wählen Sie das Item „ES5340-Dig-In-Inverter-Meas“.

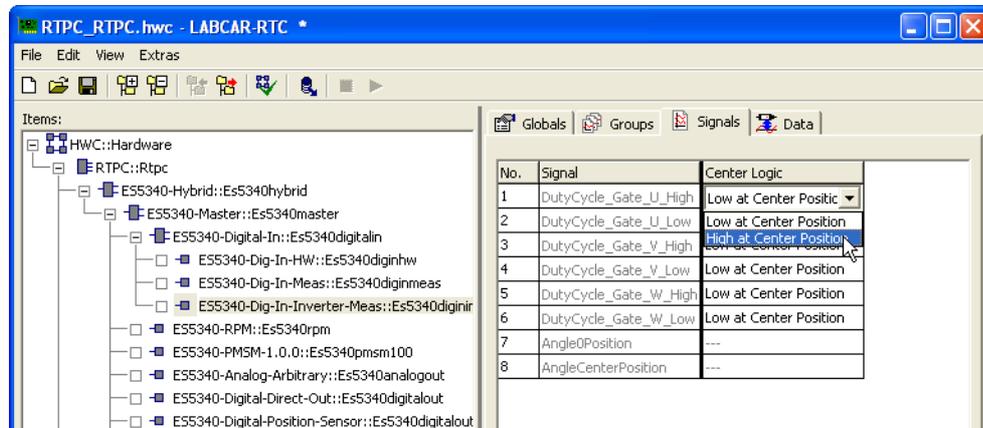
3. Wählen Sie in der Registerkarte „Globals“ die gewünschten Einstellungen für die Optionen „Trigger Mode“ und „Nominal PWM Period Time of Center-Aligned PWM [µsec]“.



4. Wechseln Sie zur Registerkarte „Groups“.
5. Klicken Sie in die Tabellenzelle in der Spalte „Task“.
6. Das Fenster „Task selection“ wird geöffnet.
Hier sind alle in der OS Configuration von LABCAR-IP definierten Tasks vom Typ „Trigger“ aufgeführt, bei denen „Exclusive Core Usage“ aktiviert wurde.
7. Wählen Sie die gewünschte Task und klicken Sie **Ok**.



8. Stellen Sie in der Registerkarte „Signals“ die Polarität der Gate-Signale ein (Spalte „Center Logic“).



9. Speichern Sie die Einstellungen (**File** → **Save**).

3 Hardwarebeschreibung

In diesem Kapitel finden Sie eine Beschreibung der Ein- und Ausgänge des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board mit den damit vermessbaren bzw. dafür generierbaren Signalen.

Hinweis

Die schrittweise Durchführung der Konfiguration im Kapitel „Konfiguration der Hardware in LABCAR-RTC“ auf Seite 67.

Im Einzelnen finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- **„Generierung analoger Signale“ auf Seite 34**
Diese Ausgänge dienen zur Ausgabe verschiedener analoger Signale über einen Ausgangsmultiplexer.
 - „Spezifikation“ auf Seite 34
 - „Konfiguration der analogen Signale“ auf Seite 35
- **„Ausgangsmultiplexer für die analogen Signale“ auf Seite 38**
Jeder analoge Ausgang besitzt einen Multiplexer, mit dem das Signal für diesen Ausgang definiert werden kann.
- **„Generierung digitaler Signale“ auf Seite 40**
Diese Ausgänge dienen zur Ausgabe verschiedener digitaler Signale über einen Ausgangsmultiplexer.
 - „Spezifikation“ auf Seite 40
 - „Konfiguration der digitalen Signale“ auf Seite 42
- **„Ausgangsmultiplexer für die digitalen Signale“ auf Seite 43**
Jeder digitale Ausgang besitzt einen Multiplexer, mit dem das Signal für diesen Ausgang definiert werden kann.
- **„Analoge Eingänge“ auf Seite 44**
Die ES5340.1-M besitzt vier Eingänge zur Vermessung analoger Signale.
 - „Spezifikation“ auf Seite 44
 - „Konfiguration der analogen Eingänge“ auf Seite 44
- **„Digitale Eingänge“ auf Seite 44**
Die ES5340.1-M besitzt 20 Eingänge zur Vermessung digitaler Signale.
 - „Spezifikation“ auf Seite 44
 - „Konfiguration der digitalen Eingänge“ auf Seite 45
- **„Drehzahlgenerator (RPM-Generator)“ auf Seite 49**
Das ES5340.1 Electric Drive Simulation Board verfügt über einen zentralen Drehzahlgenerator (RPM-Generator), der ein drehzahlspezifisches Taktsignal ausgibt.
 - „Winkeltaktsignal“ auf Seite 49
 - „Synchronisation“ auf Seite 50
 - „RPM-Modus „Master with Angle Adaptation““ auf Seite 50

3.1 Generierung analoger Signale

Diese Ausgänge dienen zur Ausgabe verschiedener analoger Signale über einen Ausgangsmultiplexer.

Die **ES5340.1-M** besitzt **acht analoge Ausgänge**, wovon zwei für die Simulation des analogen Resolver-Drehzahlgebers bestimmt sind. Die anderen sechs analogen Ausgänge können zur Simulation weiterer analoger Drehzahlgeber oder zur Ausgabe von analogen Signalen verwendet werden.

Die **ES5340.1-S** besitzt **sechs analoge** Ausgänge (keine Simulation von Drehzahlgebern möglich).

3.1.1 Spezifikation

Der **Ausgangsspannungsbereich** beträgt $-10\text{ V} \dots +10\text{ V}$ bei interner Referenz bzw. $-12\text{ V} \dots +12\text{ V}$ bei externer Referenzspannung – die **Auflösung** des D/A-Wandlers beträgt 16 Bit.

Alle Ausgänge sind **galvanisch isoliert** und besitzen eine **Spannungsfestigkeit** von $\pm 60\text{ V}$. Zudem besitzt jeder Ausgang ein Trennrelais.

Die **Genauigkeit** (interne Referenz) beträgt $\pm 5\text{ mV}$, der **maximale Strom** eines Ausgangs beträgt $\pm 30\text{ mA}$.

Die folgende Abbildung zeigt das Prinzipschaltbild eines Ausgangs.

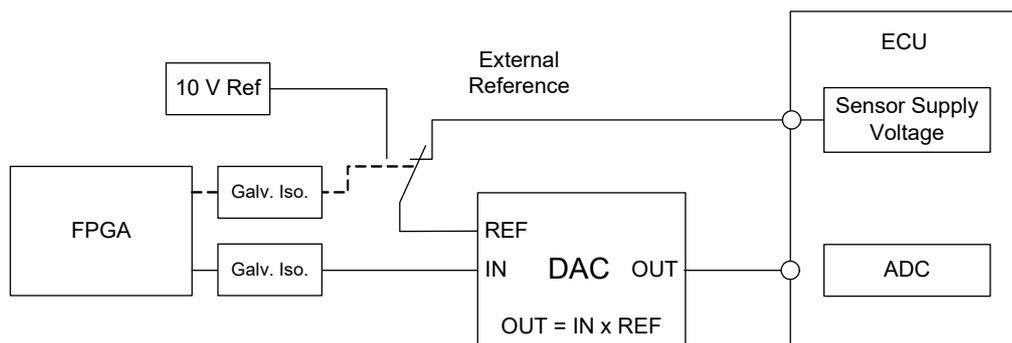


Abb. 3-1 Prinzipschaltbild der analogen Ausgänge

Bei jedem der sechs Kanäle CH0...CH5 kann für die Referenzspannung zwischen der internen (10 V) und externen Quelle gewählt werden (in LABCAR-RTC: Device „ES5340-Analog-Out-Mux“, Registerkarte „Signals“, Spalte „Reference Voltage“).

Den beiden für die Simulation des analogen Resolver-Drehzahlgebers reservierten Kanäle CH6 und CH7 kann nur die selbe externe Referenz zugewiesen werden. In diesem Fall kann die externe Referenz an zwei Pins angeschlossen werden: Einer für GND und einer für das Signal der externen Referenz (siehe „Belegung des Steckverbinders für die Eingänge“ auf Seite 102).

3.1.2 Konfiguration der analogen Signale

Welche Signale auf die acht (ES5340.1-M) oder sechs (ES5340.1-S) Ausgänge gelegt werden, wird im Ausgangsmultiplexer definiert (siehe **„Ausgangsmultiplexer für die analogen Signale“ auf Seite 38**).

Die analogen Kanäle selbst können wie folgt konfiguriert werden.

Analog Direct Out

Damit können Konstantspannungen und Werte, die im Rechenraster eines RTPC-Modells berechnet werden, ausgegeben werden – spezifiziert durch den Wert von „OutValue_n“ [-1.0...+1.0]:

$$U_{\text{out}} = \text{OutValue}_n * U_{\text{Ref}}$$

Resolver

Wird ein Resolver als Drehzahlgeber eingesetzt, können zwei analoge Kanäle (CH6 und CH7) für die Ausgabe des Sinus- und Kosinus-Signals (siehe Abb. 3-2) verwendet werden.

Getestet wurden folgende Sensorchips:

- R/D Converter AD2S1210 (Analog Devices)
- Smartcoder® AU6802N1 (Tamagawa Seiki)

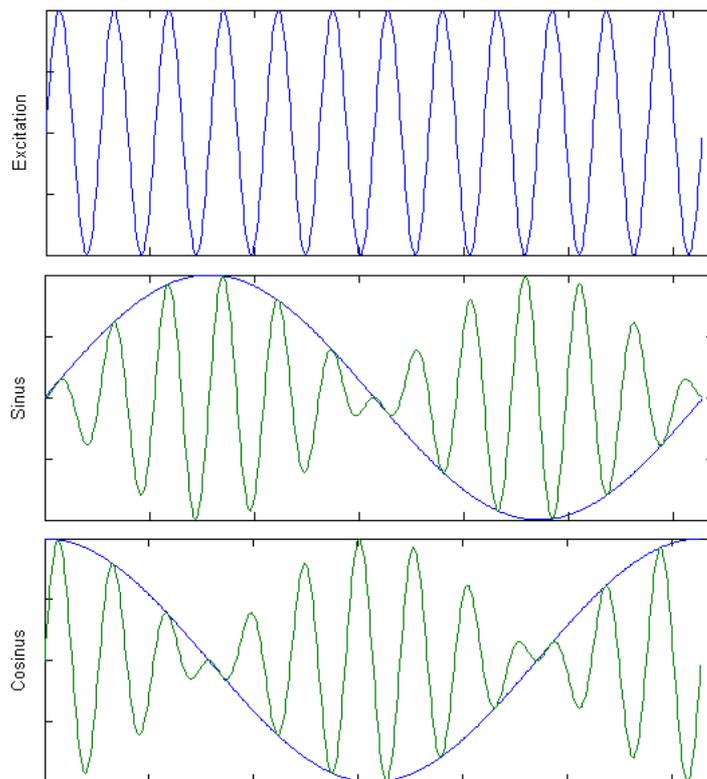


Abb. 3-2 Signale beim Resolver

Das Erregungssignal („Excitation“) wird dabei anstelle einer externen Referenz angeschlossen (siehe Abb. 3-3 und Tab. 6-2 auf Seite 102).

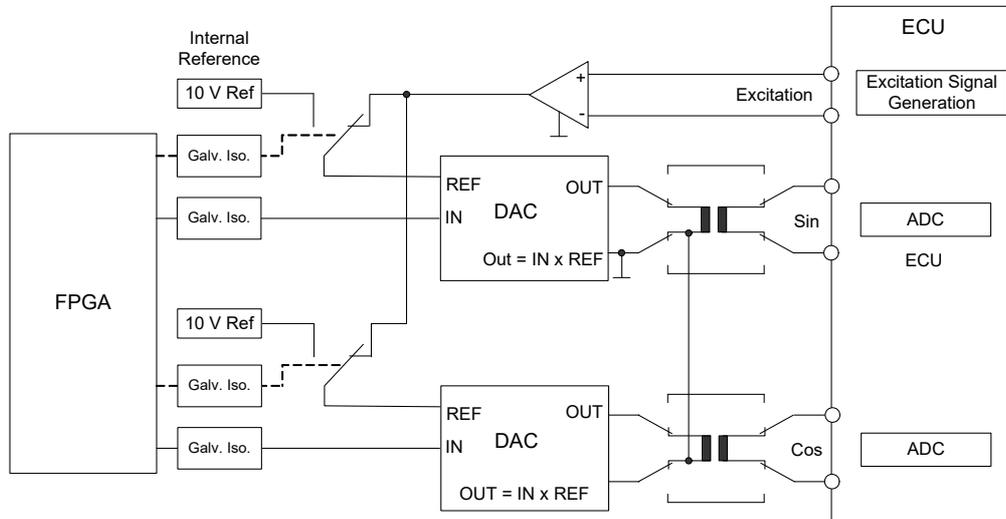


Abb. 3-3 Prinzipschaltbild eines als „Resolver“ konfigurierten analogen Ausgangs

Hinweis

Wird ein Resolver als Drehzahlgeber eingesetzt, müssen alle vier AGND Pins der Kanäle 6 und 7 (Pin 43, 44, 45 und 46 des DSUB62HD-Anschlusses) miteinander verbunden werden!

Ohne diese Verbindung kann das Excitation-Signal von der ES5340.1 nicht erfasst werden!

Sinus-Encoder („Sine Encoder“)

Wird ein Sinus-Encoder (Vogt Sensor) als Drehzahlgeber eingesetzt, können zwei beliebige analoge Kanäle für die A- und B-Signale (siehe Abb. 3-4) verwendet werden.

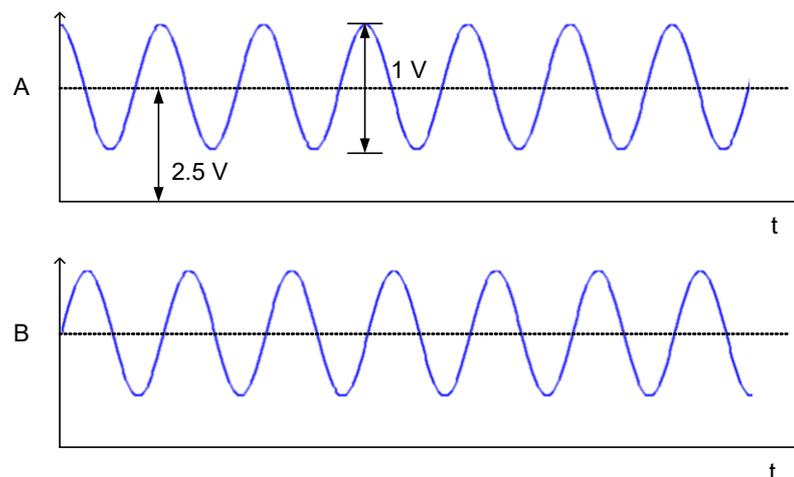


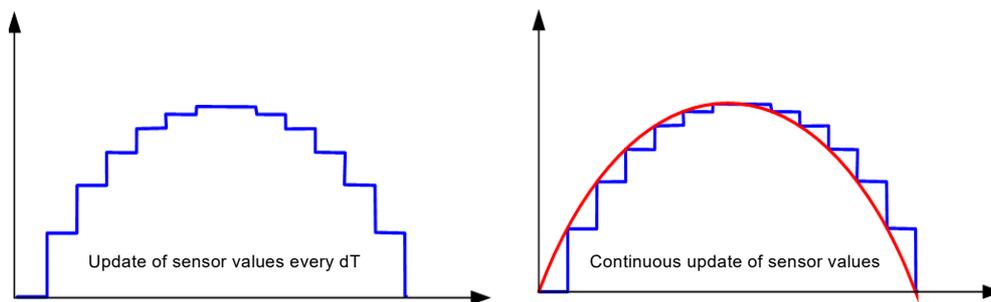
Abb. 3-4 Signale A und B des Sinus-Encoders

Sine Extrapolated

Wird für die Simulation ein Modell verwendet, das auf dem Real-Time PC läuft, können hiermit sinusförmige Signale wie z.B. Phasenströme I_u , I_v , I_w generiert werden.

Das Real-Time PC-Modell berechnet mit jedem Rechenzyklus einen Amplitudenwert für jeden Phasenstrom bzw. Phasenspannung und eine Phase für diese. Mit diesen Werten werden die Phasenströme bzw. Phasenspannungen, unabhängig vom Rechenzyklus des Modells, mit einer Updaterate von 1 μ s ausgegeben.

Dies hat den Vorteil, dass die ausgegebenen Signale keine Treppenfunktionen (mit der Schrittweite des PC-basierten Modells) sind, sondern quasi kontinuierlich ausgegeben werden.



Die Signalgeneratoren werden dabei von der zentralen Winkeltakteinheit gesteuert, die mit der mechanischen Winkelgeschwindigkeit läuft.

Analog Arbitrary

Hier werden vorgegebene „Wellenformentabellen“ ausgetaktet – konfiguriert werden können:

- Der Amplitudenwert
- Ein Spannungsoffset
- Eine Phase
- Der Wert für eine Phasenänderungsgeschwindigkeit

Ausgänge für arbiträre Signale können dazu verwendet werden, um benutzerdefinierte Signalmuster (basierend auf dem aktuellen Winkel der simulierten E-Maschine) auszugeben.

Diese Signalmuster können z.B. bei der Simulation spezieller Lagesensoren und anderer Größen mit direktem Bezug zum Motorwinkel generiert werden.

3.2 Ausgangsmultiplexer für die analogen Signale

Jeder analoge Ausgang besitzt einen Multiplexer, mit dem das Signal für diesen Ausgang definiert werden kann.

Quellen für die analogen Ausgänge

Die analogen Ausgangskanäle können von zwei verschiedenen Quellen getrieben werden:

- Ausgänge des FPGA-Modells
- Signale vom Typ „Analog Direct Out“ und analoge Arbiträrsignale (inkl. Lagesensoren wie Resolver und Sinus-Encoder)

Die Konfiguration der Quellen erfolgt in LABCAR-RTC mit dem Item „ES5340-Analog-Out-Mux“, Registerkarte „Signals“ in der Spalte „Output Select“.

Bei einer ES5340.1-M können hier acht Signale auf die Ausgänge konfiguriert werden, bei einer ES5340.1-S sechs weitere.

Hinweis

Bei Slave-Karten (ES5340.1-S) ist nur „Analog Direct Out“ wählbar!

Bei Verwendung eines FPGA-Modells stehen als Multiplexer-Eingänge folgende Signale zu Verfügung:

Signal	Komponente	Bedeutung
U_DC	Wechselrichter	Wechselrichterspannung
U_Phase_X (X = U,V,W)	Wechselrichter	Spannung Phase X
U_d	Wechselrichter	Spannung d-Richtung
U_q	Wechselrichter	Spannung q-Richtung
U_switch_XH (X = U,V,W)	Wechselrichter	Spannung über Highside-Schalter Phase X
U_switch_XL (X = U,V,W)	Wechselrichter	Spannung über Lowside-Schalter Phase X
I_element_XH (X = U,V,W)	Wechselrichter	Strom durch den Highside-Schalter Phase X
I_element_XL (X = U,V,W)	Wechselrichter	Strom durch den Lowside-Schalter Phase X
I_DC	Wechselrichter	Wechselrichterstrom
U_back_EMF_X (X = U,V,W)	PMSM *	Gegen-EMK Phase X
I_d	PMSM *	Spannung d-Richtung
I_q	PMSM *	Spannung q-Richtung
I_Phase_X (X = U,V,W)	PMSM *	Strom Phase X
T_el	PMSM*	Drehmoment E-Maschine
Omega_mech	Mechanik	Winkelgeschwindigkeit: Rotor
Phi_mech	Mechanik	Winkel: Rotor
Omega_el	Mechanik	Winkelgeschwindigkeit: Elektrisches Feld
Phi_el	Mechanik	Winkel: Elektrisches Feld
T_Mech	Mechanik	Resultierendes mechanisches Drehmoment

* permanent-erregte Synchronmaschine

Abb. 3-5 FPGA-Modellsignale als Eingänge für den Analog-Multiplexer

3.3 Generierung digitaler Signale

Diese Ausgänge dienen zur Ausgabe verschiedener digitaler Signale über einen Ausgangsmultiplexer.

Die **ES5340.1-M** besitzt **acht digitale Ausgänge**, die **ES5340.1-S** besitzt **sechs digitale Ausgänge**.

3.3.1 Spezifikation

Die **Ausgangsspannung** beträgt 0...60 V (Open Collector) bzw. 5 V (interner Pull-Up).

Alle Ausgänge sind **galvanisch isoliert** und besitzen eine **Spannungsfestigkeit** von ± 60 V – zudem besitzt jeder Ausgang ein Trennrelais.

Der **maximale Strom** eines Ausgangs beträgt ± 15 mA. Die **Anstiegszeit** (0 V \rightarrow 5 V) beträgt 2 μ s, die **Abfallzeit** (5 V \rightarrow 0 V) 2 μ s.

Signalerzeugung

Die Konfiguration der digitalen Ausgänge erfolgt im RTIO-Editor mit dem Item „ES5340-Digital-Out-Mux“ (siehe **„Ausgangsmultiplexer für die digitalen Signale“ auf Seite 43**).

Abb. 3-6 auf Seite 41 zeigt das Prinzipschaltbild eines digitalen Ausgangs.

S1 ist ein langsamer Schalter, mit dem der „Output Mode“ ausgewählt wird.

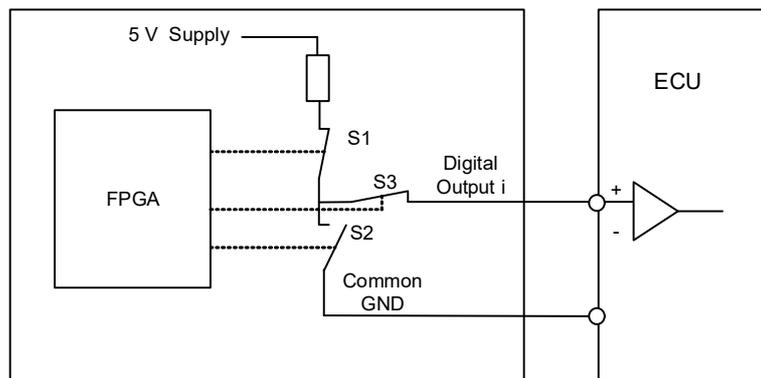
S3 ist ein langsamer Schalter, der zur Signalunterbrechung dient.

S2 ist ein schneller Low-Side-Schalter, der das Ausgangssignal „Digital Output i“ in Echtzeit erzeugt. S3 ist dabei geschlossen.

Erzeugung eines digitalen Ausgangssignals „Digital Output i“:

- Das über „Output Select“ in der Registerkarte „Signals“ eingestellte Signal gibt die Taktfrequenz für den Schalter S2 vor.
- Über den Pull-up-Widerstand wird der Spannungspegel des Signals festgelegt. Unter „Output Mode“ in der Registerkarte „Signals“ können Sie zwischen internem Pull-up-Widerstand nach 5 V („Pull-Up to +5 V“) und externem Pull-up-Widerstand („Open Collector“) wählen (Abb. 3-6).
- Durch Schließen von S2 wird die Low-Phase des Signals erzeugt, durch Öffnen von S2 die High-Phase.

Output Mode: Pull-Up to +5 V



Output Mode: Open Collector

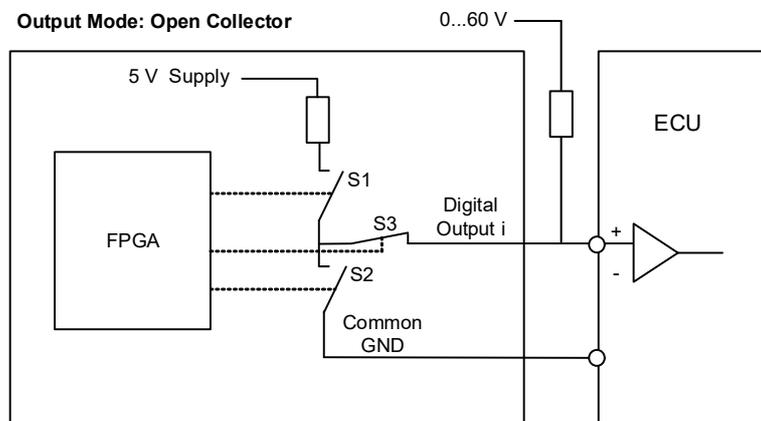


Abb. 3-6 Prinzipschaltbild eines digitalen Ausgangs

3.3.2 Konfiguration der digitalen Signale

Welche Signale auf die acht (ES5340.1-M) oder sechs (ES5340.1-S) Ausgänge gelegt werden, wird im Ausgangsmultiplexer definiert (siehe **„Ausgangsmultiplexer für die digitalen Signale“ auf Seite 43**).

Die digitalen Kanäle selbst können wie folgt konfiguriert werden.

Digital Position Sensor

Ein derart konfigurierter digitaler Ausgang liefert 3 Signale mit einstellbarem Anstieg und Abfall der Flanken (siehe Abb. 3-7).

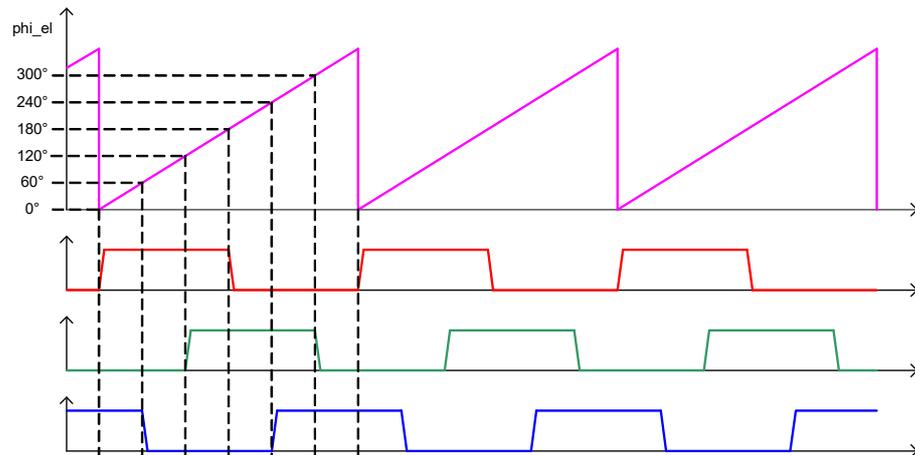


Abb. 3-7 Timing bei um 120° phasenverschobenen Pulsen mit 180° Dauer

Digital Direct Out

Diese Ausgänge ermöglichen die direkte Stimulation von digitalen Steuergeräteeingängen mit Werten aus dem Modell.

Digital Arbitrary

Ausgänge für arbiträre digitaler Signale können dazu verwendet werden, um benutzerdefinierte Signalmuster (basierend auf dem aktuellen Winkel der simulierten E-Maschine) auszugeben.

Diese Signalmuster können z.B. bei der Simulation spezieller Lagesensoren und anderer Größen mit direktem Bezug zum Motorwinkel generiert werden.

SENT Signale

Auf vier Ausgangskanälen ist die Erzeugung von Signalen nach der SENT Spezifikation SAE J2716 möglich.

3.4 Ausgangsmultiplexer für die digitalen Signale

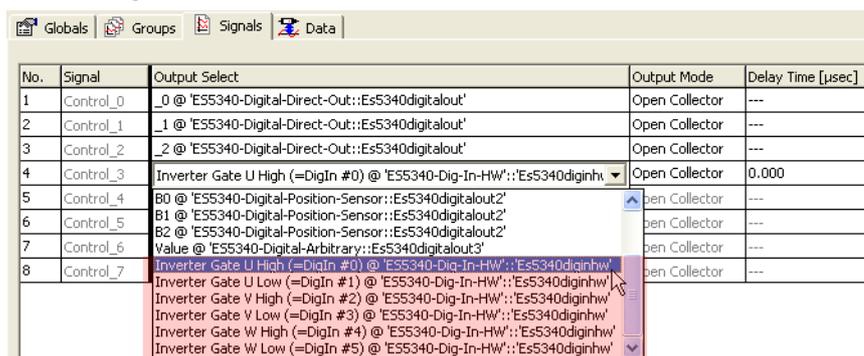
Jeder digitale Ausgang besitzt einen Multiplexer, mit dem das Signal für diesen Ausgang definiert werden kann.

Quellen für die digitalen Ausgänge

Die digitalen Ausgangskanäle können von verschiedenen Quellen getrieben werden:

- FPGA-Modell-Ausgänge
- Signale vom Typ „Digital Direct Out“ und digitale Arbiträrsignale (inkl. Lagesensor)
- SENT-Signale (ES5340-Out-SENT-V3)
- Die verzögerten Ansteuersignale für den Wechselrichter: Es können sechs Ansteuersignale mit einstellbarer Zeitverzögerung zu Diagnosezwecken an das Steuergerät ausgegeben werden.

Die Konfiguration der Quellen erfolgt in LABCAR-RTC mit dem Item „ES5340-Digital-Out-Mux“, Registerkarte „Signals“ in der Spalte „Output Select“. Hier stehen neben den vom Anwender konfigurierten Signalen immer die Gate-Signale zur Verfügung, die (ev. mit einer einstellbaren Verzögerung) zum Steuergerät zurück gesendet werden können.



No.	Signal	Output Select	Output Mode	Delay Time [µsec]
1	Control_0	_0 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'	Open Collector	---
2	Control_1	_1 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'	Open Collector	---
3	Control_2	_2 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'	Open Collector	---
4	Control_3	Inverter Gate U High (=DigIn #0) @ 'ES5340-Dig-In-HW'::'Es5340diginhw'	Open Collector	0,000
5	Control_4	B0 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'	Open Collector	---
6	Control_5	B1 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'	Open Collector	---
7	Control_6	B2 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'	Open Collector	---
8	Control_7	Value @ 'ES5340-Digital-Arbitrary::Es5340digitalout3'	Open Collector	---

Bei einer ES5340.1-M können hier acht Signale auf die Ausgänge konfiguriert werden, bei einer ES5340.1-S sechs weitere.

Hinweis

Bei Slave-Karten (ES5340.1-S) ist nur „Digital Direct Out“ wählbar!

3.5 Analoge Eingänge

Die ES5340.1-M besitzt vier Eingänge zur Vermessung analoger Signale.

Hinweis

Die ES5340.1-S (Slave Board) besitzt kein Analogeingänge!

3.5.1 Spezifikation

Der **Eingangsspannungsbereich** zweier Eingänge beträgt 0...5 V, bei zwei weiteren beträgt er 0 V...+40 V. Alle Eingänge sind **galvanisch isoliert** und besitzen eine **Spannungsfestigkeit** von ± 60 V – die **Impedanz** der Eingänge beträgt 1 M Ω .

Die **Erfassungsrate** beträgt 500 kSamples/s (softwareseitig kann über 2^n ($n = 1 \dots 8$) Samples gemittelt werden) bei einer **Auflösung** von 12 Bit.

3.5.2 Konfiguration der analogen Eingänge

Die analogen Eingänge können zur Messung von Batteriespannungen und anderer Konstantspannungen (Steuersignale) verwendet werden.

Die Art, wie über die erfassten Signale gemittelt wird, kann in LABCAR-RTC im Item „ES5340-Analog-In“ in der Registerkarte „Globals“ eingestellt werden.

3.6 Digitale Eingänge

Die ES5340.1-M besitzt 20 Eingänge zur Vermessung digitaler Signale.

Hinweis

Die ES5340.1-S (Slave Board) besitzt keine Digitaleingänge!

3.6.1 Spezifikation

Der **Eingangsspannungsbereich** beträgt 0...+60 V. Alle Eingänge sind **galvanisch isoliert** und besitzen eine **Spannungsfestigkeit** von ± 60 V.

Die maximale **Eingangsfrequenz** beträgt 125 kHz, die **Auflösung** 8 ns (125 MHz).

Jeder Eingang besitzt zwei unabhängig voneinander **programmierbare Schwellen** zur Ermittlung des Zustandes des Eingangs („High“ oder „Low“). Der Einstellbereich für diese Schwellwerte beträgt +1 V...+10 V.

Die folgende Abbildung zeigt das Prinzipschaltbild eines digitalen Eingangs.

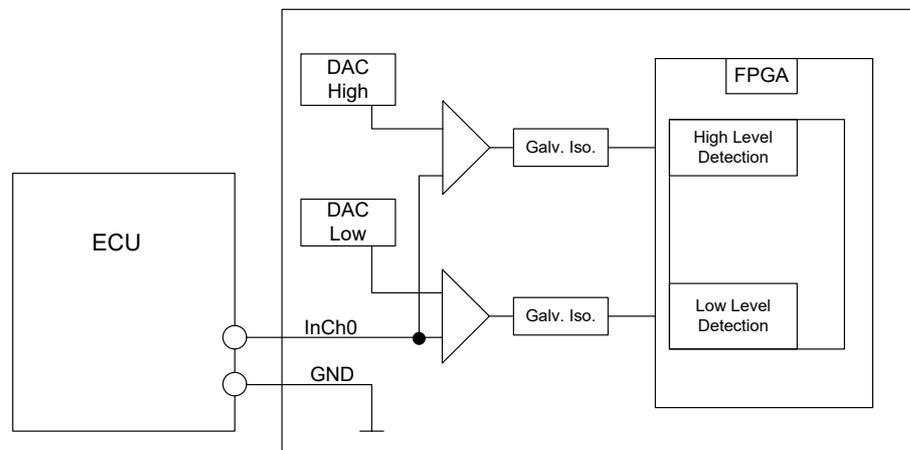
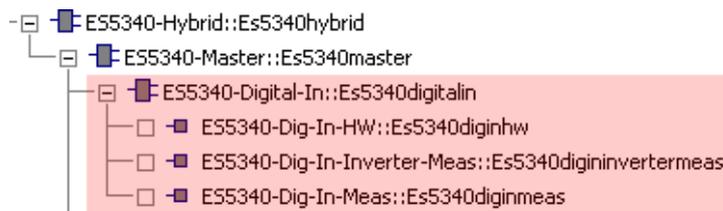


Abb. 3-8 Prinzipschaltbild eines digitalen Eingangs

3.6.2 Konfiguration der digitalen Eingänge

Sechs der digitalen Eingänge werden zur Vermessung der Gate-Ansteuerung der IGBT des Wechselrichters verwendet, weitere können beispielsweise zur Messung von DC/DC-Wandleransteuerungen verwendet werden.



Nach Einfügen des „ES5340-Digital-In“ Items in der Hardwarekonfiguration stehen die folgenden Items zur Verfügung:

- **ES5340-Dig-In-HW**

Zur Konfiguration der Messung von Wechselrichter-Gate-Signalen

- **ES5340-Dig-In-Inverter-Meas**

Wenn ein Modell auf dem Real-Time PC ausgeführt wird, muss ein Item zum Vermessen der Gate-Signale vom Steuergerät hinzugefügt werden und außerdem ein Mapping der Strom-/Spannungswerte auf die analogen Ausgänge erstellt werden.

Gemessen werden die Tastverhältnisse und die Periode der PWM-Ansteuersignale und diese werden zum Softwaremodell weitergeleitet. Die Messung selbst kann zu einem externen Signal oder zu der per Clock Recovery ermittelte PWM-Periode synchronisiert werden.

- **ES5340-Dig-In-Meas**

Zur allgemeinen Vermessung verschiedener Eigenschaften digitaler Signale (Frequenzen, Tastverhältnisse etc.)

3.6.3 Konfiguration mit ES5436 zur Vermessung von digitalen Ausgängen einer ECU

Digitale Ausgänge einer ECU sind oft als Open Emitter oder Open Collector konfiguriert. An solchen digitalen Ausgängen sind im Fahrzeug kleine Lasten angeschlossen.

Um so erzeugte digitale Ausgangssignale einer ECU im HiL System mit der ES5340 vermessen zu können, kann die ES5436.1 als Lastnachbildung verwendet werden.

Eine Beschaltung der ECU mit der ES5340 und der ES5436 ist in Abb. 3-9 auf Seite 47 dargestellt.

Die ES5436 besitzt 48 Kanäle als Stromquellen für Ströme von 5 mA bis 150 mA, die mit den 20 digitalen Eingängen der ES5340 kombiniert werden können.



VORSICHT!

Bevor Sie die ES5436.1 anschließen, lesen Sie bitte das ES5436.1 Benutzerhandbuch.

Technische Daten der Stromquellen der ES5436.1

Ausgangsgröße	Daten
Ausgangsstrom	5 mA bis 150 mA
Ausgangsspannung	passive Schaltung
Genauigkeit	+/- 3 mA bei 150 mA
Galvanische Trennung	max. 60 V zu Erdpotential (funktionale Trennung)
Überspannungsschutz	60 V abs. Max.

Tab. 3-1 Technische Daten der Stromquellen

Hinweis

Die Stromquelle der ES5436.1 hat im Leerlauf (nicht angesteuerter Lastkanal, Operation Mode „Disabled“) ~70 µA Leerlaufstrom.

Hinweis

Bei einer externen Spannung +VBAT < 6 V erzeugt die Stromquelle der ES5436.1 keinen Strom.

Beachten Sie beim Anschluss der ES5436.1 bitte den folgenden Hinweis:

Hinweis

Die Anwendungsfälle „Pull-Up“, „Pull-Down“ und „Bipolar“ („Bipolar“ für H-Brücken-Konfiguration, siehe „Konfiguration als H-Brücke“ auf Seite 48) sind für die ES5436.1 per Software konfigurierbar. Stellen Sie deshalb sicher, dass sowohl +VBAT als auch -VBAT immer angeschlossen sind.

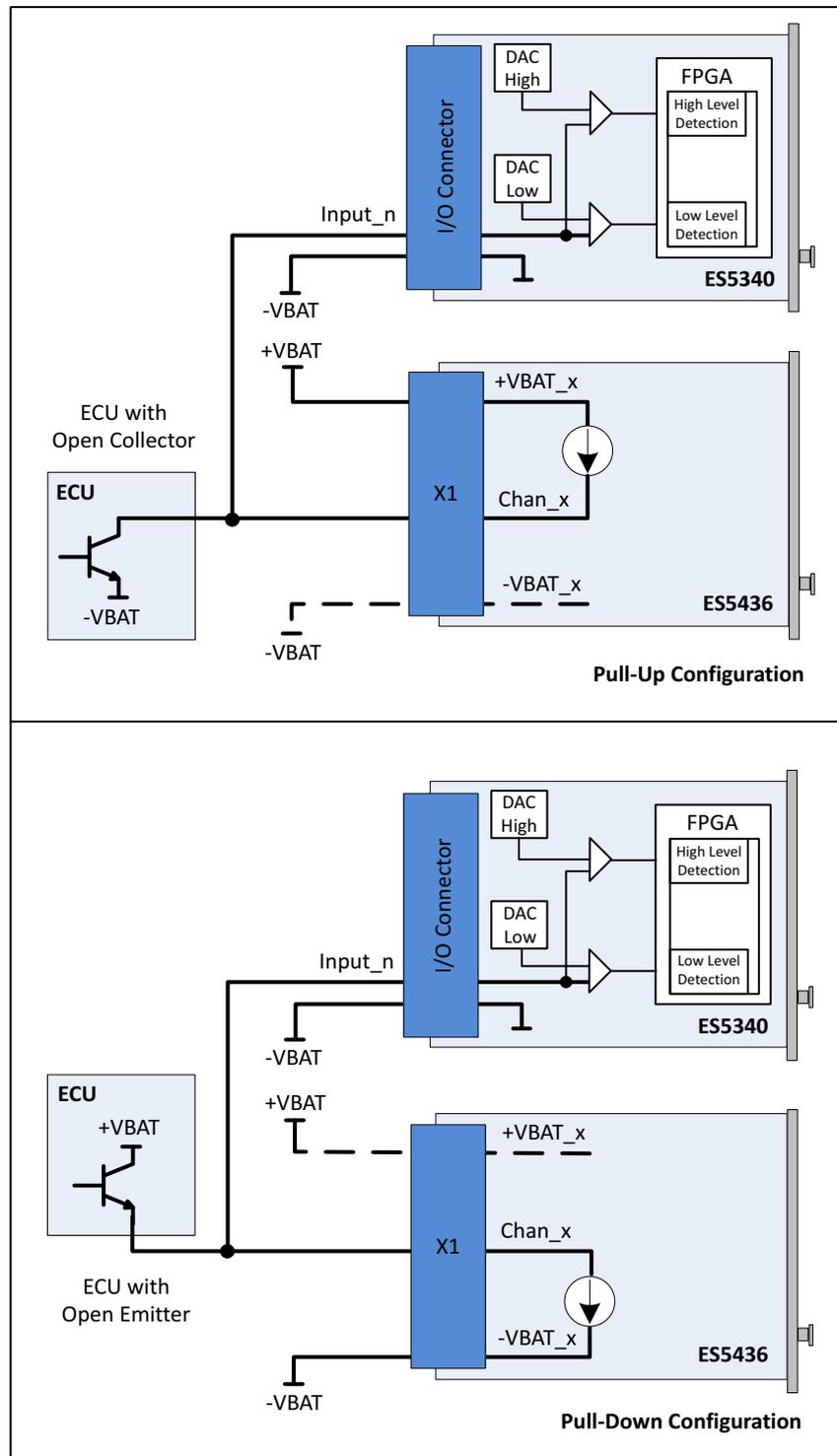


Abb. 3-9 Vermessung von digitalen ECU-Ausgängen in der Konfiguration „Pull-UP“ oder „Pull-Down“ mit ES5340 zur Messung und ES5436 als Lastnachbildung

3.6.4 Konfiguration als H-Brücke

Abb. 3-10 zeigt die Konfiguration als H-Brücke

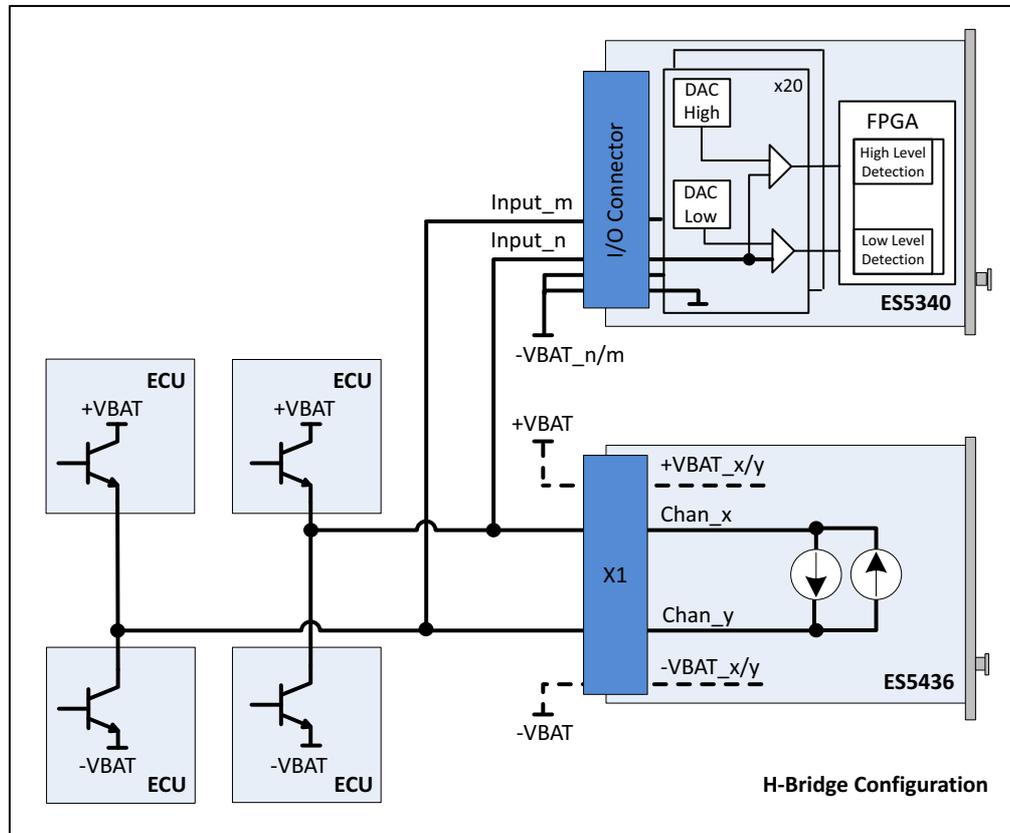


Abb. 3-10 Blockschaltbild für Konfiguration als H-Brücke mit Vermessung der Kanäle Chan_x und Chan_y durch die ES5340

Beachten Sie bei der Beschaltung als H-Brücke bitte die folgenden Hinweise:

Hinweis

Jeweils Kanal $2i$ und Kanal $2i+1$ der ES5436.1 sind gekoppelt und können für eine H-Brücke verwendet werden. Nur wenn die Kanäle $2i$ und $2i+1$ für die H-Brücke verwendet werden, fließt Strom durch die H-Brücke.

Hinweis

Die Anwendungsfälle „Pull-Up“, „Pull-Down“ und „Bipolar“ (für H-Brücke) sind für die ES5436.1 per Software konfigurierbar. Stellen Sie deshalb sicher, dass sowohl +VBAT als auch -VBAT immer angeschlossen sind.

Hinweis

Für die ES5340 müssen die Anschlüsse -VBAT_m und -VBAT_n (Abb. 3-10) mit dem selben -VBAT-Potential verbunden sein.

3.7 Drehzahlgenerator (RPM-Generator)

Das ES5340.1 Electric Drive Simulation Board verfügt über einen zentralen Drehzahlgenerator (RPM-Generator), der ein drehzahlspezifisches Taktsignal ausgibt.

Diese Winkeltakteinheit erzeugt einen 16-Bit Winkelwert, welcher zur Erzeugung von arbiträren Signalen mittels analoger oder digitaler Signalgeneratoren verwendet wird.

Die maximale Drehzahl beträgt:

- 60000 U/min (für 720° Kurbelwellenwinkel eines Verbrennungsmotors)
- 30000 U/min (für 360° mechanischer Winkel eines E-Motors)

Die maximale Winkelauflösung beträgt 0.011 °KW (16 Bit).

3.7.1 Winkeltaktsignal

Das Winkeltaktsignal besteht aus drei Signalen (siehe Abb. 3-11):

- Das Synchronisationssignal bei 0 °KW
- Das eigentliche Taktsignal
- Das Signal für die Umdrehungsrichtung (DOR = direction of rotation)

Ein „High“-Pegel des DOR-Signals bedeutet „Rotation mit zunehmendem Kurbelwellenwinkel“, ein „Low“-Pegel bedeutet „Rotation mit abnehmendem Kurbelwellenwinkel“.

Eines dieser drei Taktsignale kann über einen Multiplexer auf den BNC-Anschluss auf der Frontplatte (siehe „Steckverbinder für das Winkeltaktsignal (nur ES5340.1-M)“ auf Seite 103) ausgegeben werden.

Außerdem kann die Drehzahl („Engine Speed“) auf diesen Anschluss ausgegeben werden. Diese Signal ist „High“ (= 5 V), wenn der aktuelle Kurbelwellenwinkel zwischen 0° und 360° beträgt und „Low“ (= 0 V) für Kurbelwellenwinkel zwischen 360° und 720°.

Die folgende Abbildung zeigt den Verlauf der vier Signale über eine Nockenwellenumdrehung.

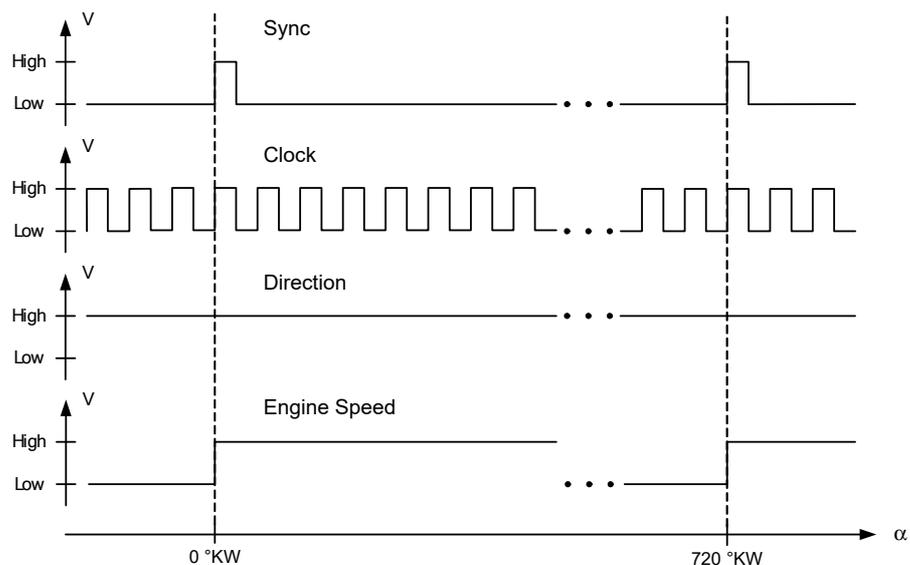


Abb. 3-11 Sync, Clock, Direction und Engine Speed

3.7.2 Synchronisation

Eine winkel- bzw. drehzahlbasierte Synchronisation mehrerer ES5340.1 Electric Drive Simulation Boards ist möglich. Hierzu wird eine beliebige ES5340.1 als RPM-Master konfiguriert, alle anderen ES5340.1 als RPM-Slaves.

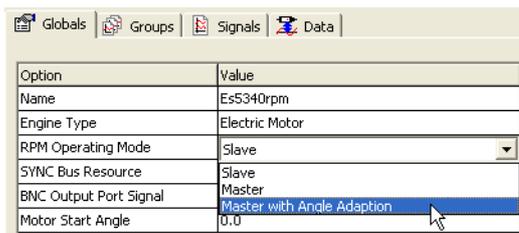
3.7.3 RPM-Modus „Master with Angle Adaptation“

Um die Synchronisation der Winkeltakteinheit mit einem Modell auf dem Real-Time PC oder dem FPGA-Modell zu ermöglichen, kann die Winkeltakteinheit (als Master) an den aktuellen Winkel des jeweiligen Modells angepasst werden („Angle Adaptation“).

Drehzahl, Winkel und die Differenz zwischen Zielwinkel (Modell) und aktuellem Winkel werden vom Modell berechnet. Die Winkeltakteinheit wird dann beschleunigt oder verlangsamt – damit ist sichergestellt, dass die Drehzahldifferenz innerhalb der nächsten Simulationsperiode eliminiert wird (ohne dabei die Anzahl der Takte einer „mechanischen“ Periode (360 °) zu verändern).

Konfiguration der Winkeltakteinheit in LABCAR-RTC

Um die Betriebsart der Winkeltakteinheit festzulegen, wählen Sie in LABCAR-RTC das Item „ES5340-RPM“ und wählen Sie in der Registerkarte „Globals“ die Option „RPM Operating Mode“.



Für die Option „RPM Operating Mode“ sind folgende Einstellungen möglich:

- **Slave**
Die ES5340.1 wird zu einem externen Winkeltaktsignal synchronisiert.
- **Master**
Das Winkeltaktsignal wird – basierend auf der mechanischen Winkelgeschwindigkeit – auf der ES5340.1 erzeugt und auf dem SYNC-Bus zur Systemhardware übertragen.
- **Master with Angle Adaptation**
Das Winkeltaktsignal wird – basierend auf der mechanischen Winkelgeschwindigkeit *und* dem aktuellen Winkel – auf der ES5340.1 erzeugt und auf dem SYNC-Bus zur Systemhardware übertragen.

4 FPGA-Modelle

In diesem Kapitel finden Sie eine Beschreibung der FPGA-Modelle, das Sie zum ES5340.1 Electric Drive Simulation Board erwerben können.

Hinweis

Wenn Sie ein Modell später separat erwerben wollen, finden Sie im Kapitel „Bestellinformationen und Lieferumfang“ auf Seite 105 weitere Informationen zur Bestellung.

4.1 Permanent Magnet Synchronous Machine (PMSM) Modell

Die ES5340.1-M kann durch ein konfigurierbares, FPGA-basiertes Wechselrichter/PMSM-Modell erweitert werden. Es bildet einen drei-strängigen Wechselrichter und eine permanent-erregte Dreiphasen-Synchronmaschine (PMSM) mit Mechanik ab.

Das Modell berücksichtigt sehr realitätsnah alle wesentlichen physikalischen Effekte, die für einen zuverlässigen Test erforderlich sind, wie zum Beispiel Sättigungs- und Temperatureffekte von Motorparametern. Damit können insbesondere die simulierten Phasenströme sehr genau berechnet werden.

Innerhalb des gesamten Modells wird mit Gleitkomma- und nicht mit Festkommaarithmetik gerechnet, sodass über den gesamten Parameter- und Simulationsbereich eine sehr hohe Genauigkeit erreicht wird. Mit dem FPGA-basierten Modell reduzieren sich die Zykluszeiten des Modells nochmals deutlich auf 850 ns – im Vergleich zu ca. 10 μ s bei der Ausführung eines entsprechenden Modells auf einem Echtzeit-PC.

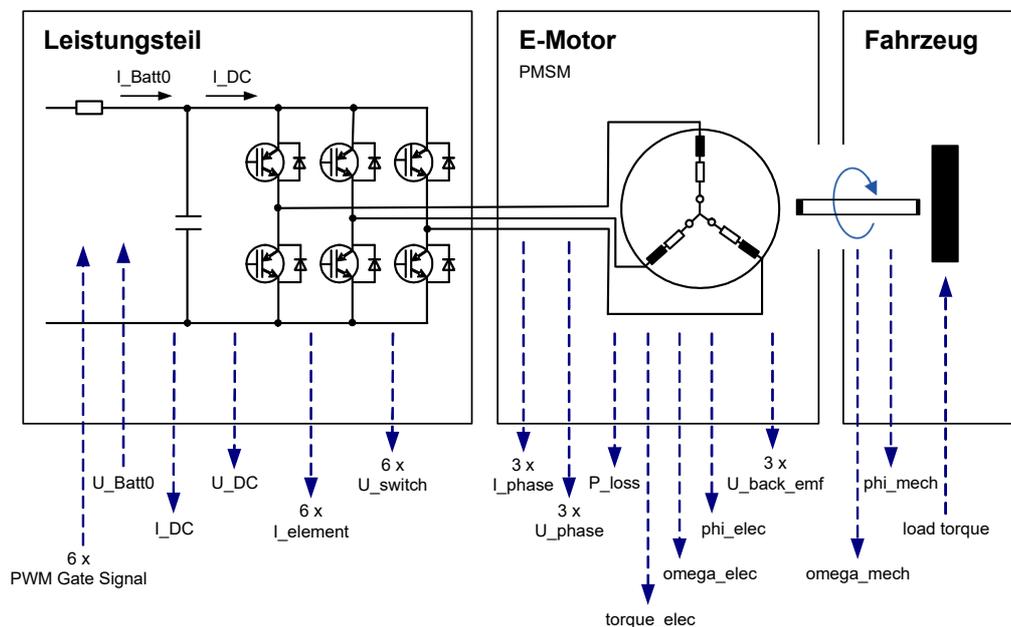


Abb. 4-1 Das modellierte System

Wechselrichter

Aufgabe des Wechselrichters besteht zum Einen in der

- Erzeugen von Wechselspannung zum Betrieb der 3-Phasen-Elektromaschine aus der Gleichspannung der Batterie (Motorbetrieb)

und zum Anderen in der

- Erzeugung von Gleichspannung zum Laden der Batterie aus der Wechselspannung der Elektromaschine (Generatorbetrieb, Rekuperation)

Die Steuerung des Wechselrichters erfolgt durch das Hybrid-Steuergerät entsprechend der Anforderung von Drehmoment oder Drehzahl – abhängig vom Fahrerwunsch (Beschleunigen, Bremsen) und Batterieladezustand.

Im Einzelnen bedeutet dies (siehe Abb. 4-2):

- Messung von Position (φ) und Geschwindigkeit ($d\varphi/dt$) der E-Maschine
- Messung des Zwischenkreisstroms (I_{DC}), der Zwischenkreisspannung (U_{DC}) und der Phasenströme ($I_{U,V,W}$, I_{DC}) von resp. zur E-Maschine

und daraus folgend,

- Berechnung der Sollspannungen an den Motorklemmen
- und daraus wiederum Berechnung der Schaltphasen der Schalter in den Wechselrichterzweigen

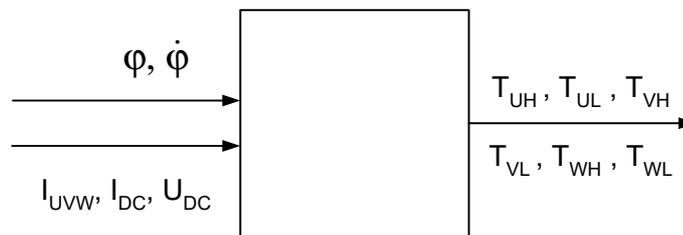


Abb. 4-2 Mess- und Stellgrößen des Wechselrichter-Steuergerätes

Synchronmotor (PMSM)

Der Modellteil „PMSM“ dient der Simulation der Phasenströmen und des Drehmomentes der E-Maschine.

Die Parametrierung der PMSM erfolgt ebenso über typische Größen wie z.B. Poolpaarzahl und Rastpositionen. Weitere Größen wie Widerstände, Induktivitäten, der magnetische Fluss und das Rastmoment können zur Laufzeit verändert werden. Auch bei der PMSM kann die Verlustleitung der ohmschen Komponenten simuliert werden und deren Temperaturabhängigkeit berechnet werden.

Mechanik

Für die mechanische Anbindung an den Triebstrang wird in dem FPGA-Modell das Feder-Masse-Systems ebenfalls mitsimuliert. Das System wird durch die typischen Größen Reibkoeffizient, Trägheitsmoment für Rotor und Last, Torsionssteifigkeit und Dämpfung parametrieren. Das Lastmoment des Triebstranges kann zur Laufzeit vorgegeben und verändert werden.

4.1.1 Wechselrichter – Parameter, Ein- und Ausgänge

In diesem Abschnitt finden Sie die Beschreibung aller Parameter, Ein- und Ausgänge des Modellteils „Wechselrichter“.

Eigenschaften des Wechselrichter-Modells

Das Modell des Wechselrichters besitzt folgende Eigenschaften:

- Schalter können High- oder Low-aktiv sein
- Fehlersimulation von Hardwarefehlern der Schalter (immer offen oder immer geschlossen)
- Simulation der Phasenspannungen U_{Phase_X} ($X = U, V, W$) und U_d , U_q
- Simulation der Phasenspannungen bei Free Wheeling (alle sechs Schalter des Wechselrichters offen)
- Simulation der Zwischenkreisspannung
- Simulation der Spannungen über den jeweiligen Schalter und der entsprechenden Strom durch den Schalter
- Simulation der ohmschen Verlustleistung von Schalter und Diode
- Anzeige von Strangfehlern (obere und untere Schalter sind gleichzeitig geschlossen)

Parameter

Die Konfiguration der Parameter des Wechselrichtermodells erfolgt in LABCAR-RTC in der Registerkarte „Globals“ des Items für das FPGA-Modell.

Hinweis

Details zur Konfiguration des FPGA-Modells in LABCAR-RTC finden Sie im Abschnitt „FPGA-Modell“ auf Seite 73.

Parameter [Einheit]	Beschreibung	Defaultwert
Gate Signal Polarity []	Polarität der Gate-Signale „High Active“: Schaltet durch, wenn Gate „High“ „Low Active“: Schaltet durch, wenn Gate „Low“	„High Active“
R_SW_ON [Ω]	Widerstand des Schalters im leitenden Zustand (20 °C, 68 °F)	0.001
U_SW_Fwd [V]	Vorwärtsspannung über Schalter im leitenden Zustand (20 °C, 68 °F)	0.7
R_D_Fwd [Ω]	Widerstand der Diode im leitenden Zustand (20 °C, 68 °F)	0.001
U_D_Fwd [V]	Vorwärtsspannung über Diode im leitenden Zustand (20 °C, 68 °F)	0.7
T_Switch [s]	Schaltzeit (zur Berechnung der ohmschen Verluste)	0.000005
a_Inv [1/K]	Temperaturkoeffizient des ohmschen Widerstandes von Schalter und Diode	0.00393
R_Batt [Ω]	Innenwiderstand der Batterie für die Wechselrichterspannung	0.5
C_DC [mF]	Zwischenkreiskapazität	0.5

Tab. 4-1 Parameter des Wechselrichtermodells

Eingänge

Neben Spannung und Temperatur des Wechselrichters werden hier Signale konfiguriert, mit denen zur Laufzeit Fehler des Wechselrichters simuliert werden können (Festsitzen eines Schalters auf „High“ oder „Low“).

Die Eingänge des Wechselrichtermodells können im Connection Manager (in LABCAR-IP) mit anderen Modellen verbunden werden oder im Signal Center in LABCAR-EE vorgeben werden.

Eingang	Beschreibung	Defaultwert
Fail_HS_X (X=U,V,W) []	Gate Failure Highside Switch Phase X: 0 = kein Fehler 1 = sitzt auf „Low“ fest 2 = sitzt auf „High“ fest	0
Fail_LS_X (X=U,V,W) []	Gate Failure Lowside Switch Phase X: 0 = kein Fehler 1 = sitzt auf „Low“ fest 2 = sitzt auf „High“ fest	0
U_Batt0 [V]	Eingangsspannung des Wechselrichters	0.0
Theta_Inv [°C]	Temperatur des Wechselrichters	20.0

Tab. 4-2 Eingänge des Wechselrichtermodells

Ausgänge

Die Ausgänge des Wechselrichtermodells können in der LABCAR-RTC mit analogen oder digitalen Ausgängen verbunden werden oder im Connection Manager (in LABCAR-IP) mit anderen Modellen verbunden werden.

Ausgang [Einheit]	Beschreibung	Signal verfügbar als Multiplexer-Eingang
U_Phase_X (X=U,V,W) [V]	Spannung Phase X	Analog-MUX
U_d [V]	Spannung in d-Richtung	Analog-MUX
U_q [V]	Spannung in q-Richtung	Analog-MUX
I_DC [A]	Wechselrichtergesamtstrom	Analog-MUX
U_DC [V]	Wechselrichterspannung	Analog-MUX
I_element_XH (X=U,V,W) [A]	Strom durch oberen Schalter Phase X	Analog-MUX
I_element_XL (X=U,V,W) [A]	Strom durch unteren Schalter Phase X	Analog-MUX
U_switch_XH (X=U,V,W) [V]	Spannung über oberen Schalter Phase X	Analog-MUX
U_switch_XL (X=U,V,W) [V]	Spannung über unteren Schalter Phase X	Analog-MUX
P_Loss_Inv [W]	Ohmsche Verluste im Wechselrichter	- *
Error []	Fehler-Register Wenn oberer und unterer Schalter gleichzeitig auf „High“ sind, dann gibt es einen Strangfehler Bit 0: Strang U Bit 1: Strang V Bit 2: Strang W	- *

* Modellausgabe (kann von einem anderen Modell verwendet oder im Connection Manager (LABCAR-IP) und Signal Center (LABCAR-EE) verwaltet werden)

Tab. 4-3 Ausgänge des Wechselrichtermodells

4.1.2 PMSM – Parameter, Ein- und Ausgänge

In Abschnitt finden Sie die Beschreibung aller Parameter, Ein- und Ausgänge des Modellteils „PMSM“.

Eigenschaften des PMSM-Modells

Das Modell der PMSM besitzt folgende Eigenschaften

- Simulation der Phasenströme I_{Phase_X} ($X = U, V, W$) und I_d, I_q
- Simulation der Gegen-EMK
- Berücksichtigung des Rastmomentes bei der Simulation des von der E-Maschine erzeugten Moments
- Ausgabe eines Statussignals ($U_{\text{phase}_U} > U_{\text{phase}_V}$) zum Abgleich von Lagesensoren
- Simulation der ohmschen Verlustleitung
- Initialisierungswerte für I_d, I_q zum Simulationsstart können vorgegeben werden
- R_d, R_q, L_d, L_q und der magnetische Fluss können in Echtzeit geändert werden

Parameter

Die Konfiguration der Parameter des E-Motor-Modells erfolgt in LABCAR-RTC in der Registerkarte „Globals“ des Items für das FPGA-Modell.

Parameter [Einheit]	Beschreibung	Defaultwert
Pole Pairs []	Anzahl der Pol-Paare des E-Motors	12
Ncog []	Anzahl der Raststellungen	18
T_cm [Nm]	Maximaler Betrag des Rastmomentes	0.0
Id Init [A]	Anfangswert von I_d (siehe Tab. 4-6 auf Seite 58)	0.0
Iq Init [A]	Anfangswert von I_q (siehe Tab. 4-6 auf Seite 58)	0.0
a_M [1/K]	Temperaturkoeffizient von R_d und R_q	0.00430

Tab. 4-4 Parameter des PMSM-Modells

Eingänge

Die Eingänge des PMSM-Modells können im Connection Manager (in LABCAR-IP) mit anderen Modellen verbunden werden oder im Signal Center in LABCAR-EE vorgeben werden.

Eingang [Einheit]	Beschreibung	Defaultwert
Rd [Ω]	Widerstand der Wicklung in d-Richtung	0.0125
Rq [Ω]	Widerstand der Wicklung in q-Richtung	0.0125
Ld [H]	Induktivität der Wicklung in d-Richtung	0.000211
Lq [H]	Induktivität der Wicklung in q-Richtung	0.000211
Psi [Vs]	Magnetischer Fluss	0.0382
Theta_M [$^{\circ}\text{C}$]	Motortemperatur	20.0

Tab. 4-5 Eingänge des PMSM-Modells

Ausgänge

Die Ausgänge des PMSM-Modells können in der LABCAR-RTC mit analogen oder digitalen Ausgängen verbunden werden oder im Connection Manager (in LABCAR-IP) mit anderen Modellen verbunden werden.

Ausgang [Einheit]	Beschreibung	Signal verfügbar als Multiplexer-Eingang
I_d [A]	Strom in d-Richtung	Analog-MUX
I_q [A]	Strom in q-Richtung	Analog-MUX
I_phase_X (X=U,V,W) [A]	Strom Phase X	Analog-MUX
U_back_EMF_X (X=U,V,W) [V]	Spannung X Gegen-EMK	Analog-MUX
ZeroPos []	Signal ist aktiv, wenn Phasenspannung $U_{\text{Phase}_U} > U_{\text{Phase}_V}$	Digital_MUX
T_el [Nm]	Drehmoment E-Maschine	-
P_Loss_M [W]	Ohmsche Verluste des Motors	-

Tab. 4-6 Ausgänge des PMSM-Modells

4.1.3 Mechanik – Parameter, Ein- und Ausgänge

In Abschnitt finden Sie die Beschreibung aller Parameter, Ein- und Ausgänge des Modellteils „Mechanik“.

Eigenschaften des Mechanik-Modells

Das Modell der mechanischen Ankopplung hat folgende Eigenschaften:

- Simulation des Winkels und Winkelgeschwindigkeit des Rotors und des elektr. Feldes
- Resultierendes mechanisches Moment unter Berücksichtigung aller auftretenden Momente

Parameter

Die Konfiguration der Parameter des Mechanik-Modells erfolgt in LABCAR-RTC in der Registerkarte „Globals“ des Items für das FPGA-Modell.

Parameter [Einheit]	Beschreibung	Defaultwert
f [Nms]	Reibungskoeffizient des E-Motors	1.7
J_E [kgm ²]	Trägheitsmoment des Rotors	0.12
J_L [kgm ²]	Trägheitsmoment der Last (Antriebsstrang etc.)	0.10
C [Nm/rad]	Torsionssteifigkeit („Federkonstante“) der „Feder“ zwischen Rotor und Last.	1500000
D [Nms/rad]	Dämpfung der „Feder“ zwischen Rotor und Last.	100
Phi_mech_init [°]	Initialer mechanischer Winkel	0.0
Omega_mech_init [1/s]	Initiale mechanische Drehzahl	0.0

Tab. 4-7 Parameter des Mechanik-Modells

Eingänge

Die Eingänge des Mechanik-Modells können im Connection Manager (in LABCAR-IP) mit anderen Modellen verbunden werden oder im Signal Center in LABCAR-EE vorgeben werden.

Eingang [Einheit]	Beschreibung	Defaultwert
T_L [Nm]	Lastmoment	

Tab. 4-8 Eingänge des Mechanik-Modells

Ausgänge

Die Ausgänge des Mechanik-Modells können in der LABCAR-RTC mit analogen oder digitalen Ausgängen verbunden werden oder im Connection Manager (in LABCAR-IP) mit anderen Modellen verbunden werden.

Ausgang [Einheit]	Beschreibung	Signal verfügbar als Multiplexer-Eingang
Omega_mech [1/s]	Winkelgeschwindigkeit: Rotor	Analog-MUX
Phi_mech [°]	Winkel: Rotor	Analog-MUX
Omega_el [1/s]	Winkelgeschwindigkeit: Elektrisches Feld	Analog-MUX
Phi_el [°]	Winkel: Elektrisches Feld	Analog-MUX
T_mech [Nm]	Resultierendes mechanisches Drehmoment	Analog-MUX

Tab. 4-9 Ausgänge des Mechanik-Modells

4.2 Induction Machine (IM) Modell

Das FPGA-Modell einer Induktionsmaschine (IM) ist aufgebaut aus einem drei-strängigen Wechselrichter und einer drei-phasigen Induktionsmaschine mit Mechanik. Viele Erfahrungen bei der Entwicklung elektrischer Antriebe sind in das Modell eingeflossen – dadurch ist es möglich, die wichtigen physikalischen Effekte zu simulieren, die für verlässliche Tests wie Temperatureffekte oder Sättigungseffekte von Motorparametern. Insgesamt wurde dabei auf ein ausgewogenes Verhältnis von Laufzeit und Genauigkeit Wert gelegt.

Die Berechnungen werden im gesamten Modell in Fließkomma-Arithmetik ausgeführt, was zu einer sehr hohen Genauigkeit über den gesamten Parameterbereich hinweg führt.

Durch das FPGA-basierte Modell wurden die Modellschrittweiten noch einmal deutlich auf 850 ns reduziert – verglichen mit ungefähr 10 μ s bei einem vergleichbaren Modell, das auf dem Realtime PC gerechnet wird. Dies ermöglicht eine äußerst präzise Erfassung eines PWM-Signals via Hardware und die direkte Verwendung dieses Signals im Wechselrichter-Modell.

Das Modell besteht aus drei Teilen:

- Wechselrichter
- Induktionsmaschine (IM)
- Mechanische Last

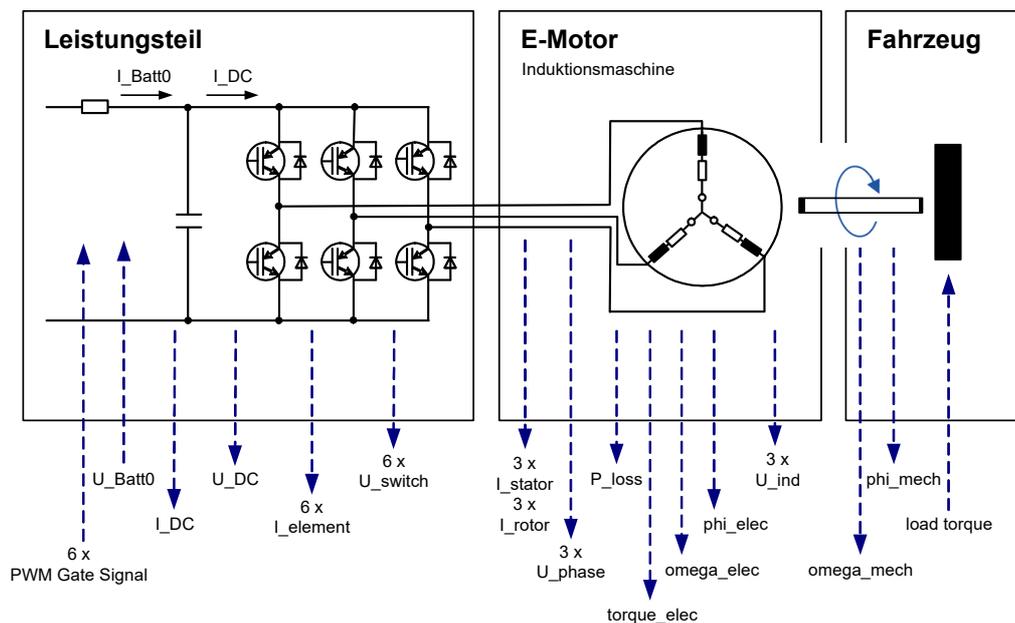


Abb. 4-3 Das modellierte System

Wechselrichter-Modell

Die Parametrierung des Wechselrichter-Modells erfolgt über typische Größen wie Schaltzeiten, Polung oder Widerstände von Schaltern und Dioden. Bei jedem Schalter ist es möglich, Fehlerzustände wie „Offen“ und „Geschlossen“ zu parametrisieren – auch der Zustand „Freilauf“ (alle sechs Dioden offen) kann simuliert werden.

Beim Wechselrichter wird auch der temperaturabhängige Leistungsverlust der ohmschen Komponenten berücksichtigt. Die Eingänge des Inverters umfassen den Innenwiderstand der Batterie als auch die Kapazität des Zwischenkreises, was die Simulation der Zwischenkreisspannung ermöglicht.

IM-Modell

Die Parametrierung des Modells der Induktionsmaschine erfolgt über typische Parameter wie Anzahl der Polpaare oder Temperaturkoeffizienten. Andere Größen wie Widerstände, Trägheitsmomente und Temperatur können zur Laufzeit verändert werden. Dies ermöglicht eine sehr genaue Simulation der Phasenströme und des Drehmoments des E-Motors.

Mechanik-Modell

Für die mechanische Ankopplung an den Antriebsstrang wird ein Feder-Dämpfer-System simuliert. Die Parametrierung des Mechanik-Modells erfolgt über typische Größen wie Reibungskoeffizient, Trägheitsmomente von Rotor und Last, Torsionssteifigkeit und Dämpfung. Das Lastmoment des Antriebsstranges kann zur Laufzeit verändert werden.

4.2.1 Wechselrichter – Parameter, Ein- und Ausgänge

Parameter

Parameter [Einheit]	Beschreibung	Wertebereich	Default- wert
Gate Signal Polarity	Polarität der Gate-Signale „High Active“: Schaltet durch, wenn Gate „High“ „Low Active“: Schaltet durch, wenn Gate „Low“	Low Active, High Active	High Active
U_SW_Fwd [V]	Vorwärtsspannung über Schalter im leitenden Zustand (20 °C, 68 °F)	0.0 - 3.0	0.7
U_D_Fwd [V]	Vorwärtsspannung über Freilaufdiode im leitenden Zustand (20 °C, 68 °F)	0.0 - 3.0	0.7
T_Switch [s]	Schaltzeit	0.0000002 - 0.000001	0.0000005
a_Inv [1/K]	Temperaturkoeffizient des ohmschen Widerstandes des Wechselrichters	0.0 - 0.01	0.00393
R_Batt [Ω]	Innenwiderstand der Batterie	0.01 - 10.0	0.5
C_DC [mF]	Zwischenkreiskapazität	0.01 - 10.0	0.5

Tab. 4-10 Parameter des Wechselrichtermodells

Eingänge

Eingang [Einheit]	Beschreibung	Wertebereich	Default- wert
Fail_HS_X (X=U,V,W) []	Gate Failure Highside Switch Phase X: 0 = kein Fehler 1 = sitzt auf „Low“ fest 2 = sitzt auf „High“ fest	0, 1, 2	0
Fail_LS_X (X=U,V,W) []	Gate Failure Lowside Switch Phase X: 0 = kein Fehler 1 = sitzt auf „Low“ fest 2 = sitzt auf „High“ fest	0, 1, 2	0
U_Batt0 [V]	Eingangsspannung des Wechselrichters	0.0..1500.0	0.0
Theta_Inv [°C]	Temperatur des Wechselrichters	-50.0..200.0	20.0
R_SW_ON [Ω]	Widerstand des Schalters im leitenden Zustand (20 °C, 68 °F)	0.0..0.05	0.001
R_D_Fwd [Ω]	Widerstand der Diode im leitenden Zustand (20 °C, 68 °F)	0.0..0.05	0.001

Tab. 4-11 Eingänge des Wechselrichtermodells

Ausgänge

Ausgang [Einheit]	Modellwert (min) Default / Bereich	Modellwert (max) Default / Bereich	DAC-Span- nung (min) Default / Min	DAC-Span- nung (max) Default / Max
I_Batt	-1500 / -1500..1500	1500 / -1500..1500	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0
U_DC [V]	0 / 0..1500	1500 / 0..1500	0 / 0	10.0 / 10.0
I_DC [A]	-1500 / -1500..1500	1500 / -1500..1500	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0
I_element_XH (X=U,V,W) [A]	-1500 / -1500..1500	1500 / -1500..1500	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0
I_element_XL (X=U,V,W) [A]	-1500 / -1500..1500	1500 / -1500..1500	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0
U_switch_XH (X=U,V,W) [V]	-150 / -150..1500	1500 / -1500..1500	-1.0 / -1.0	10.0 / 10.0
U_switch_XL (X=U,V,W) [V]	-150 / -150..1500	1500 / -1500..1500	-1.0 / -1.0	10.0 / 10.0
U_phase (X=U,V,W) [V]	-150 / -150..1500	1500 / -1500..1500	-1.0 / -1.0	10.0 / 10.0
P_loss_Inv [W]	4000 / 0.0..20000	4000 / 0.0..20000	-	-

Tab. 4-12 Ausgänge des Wechselrichtermodells

4.2.2 IM – Parameter, Ein- und Ausgänge

Parameter

Parameter [Einheit]	Beschreibung	Wertebereich	Default- wert
Pole Pairs []	Anzahl der Polpaare	1 - 16	12
I_stator_X_Init (X=U,V,W) [A]	Anfangswert des Stroms in Statorphase X	-1500.. +1500	0
I_rotor_X_Init (X=U,V,W) [A]	Anfangswert des Stroms in Rot- orphase X	-1500.. +1500	0
a_M [1/K]	Temperaturkoeffizient des ohm- schen Widerstandes der Stator- wicklungen	0.0..0.01	0.00430

Tab. 4-13 Parameter des IM-Modells

Eingänge

Eingang [Einheit]	Beschreibung	Wertebereich	Default- wert
Rs1 [Ω]	Widerstand der Statorspule bei 20 °C	0.0..1.0	0.1
Rs2 [Ω]	Widerstand der Rotorspule bei 20 °C	0.0..1.0	0.1
Lm [H]	Effektive Induktivität	0.0..1.0	0.025
Ls1 [H]	Induktivität der Statorwicklung	0.0..0.1	0.001
Ls2 [H]	Induktivität der Rotorwicklung	0.0..0.1	0.001
Theta_M [°C]	Motortemperatur	-50.0..200.0	20.0

Tab. 4-14 Eingänge des IM-Modells

Ausgänge

Ausgang [Einheit]	Modellwert (min) Default / Bereich	Modellwert (max) Default / Bereich	DAC-Span- nung (min) Default / Min	DAC-Span- nung (max) Default / Max
I_stator_X (X=U,V,W) [A]	-1500	+1500	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0
I_rotor_X (X=U,V,W) [A]	-1500	+1500	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0
U_ind_X (X=U,V,W) [V]	-1500	+1500	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0
T_el [Nm]	-1000 / -1000..1000	1000 / -1000..1000	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0
P_loss_M [W]	4000 / 0.0 - 20000	4000 / 0.0 - 20000	-	-

Tab. 4-15 Ausgänge des IM-Modells

4.2.3 Mechanik – Parameter, Ein- und Ausgänge

Parameter

Parameter [Einheit]	Beschreibung	Wertebereich	Default- wert
f [Nms]	Reibungskoeffizient des E-Motors	0.0 - 10.0	1.7
J_E [kgm ²]	Trägheitsmoment des Rotors	0.0 - 1.0	0.12
J_L [kgm ²]	Trägheitsmoment der Last	0.0 - 10.0	0.10
C [Nm/rad]	Torsionssteifigkeit	0.0 - 10000000.0	1500000.0
D [Nms/rad]	Dämpfung zwischen Rotor und Last	0.0..1000.0	100.0
Phi_mech_Init [°]	Initialer mechanischer Winkel	0.0..360.0	0.0
Omega_mech_Init [rad/s]	Initiale mechanische Drehzahl	-833.333.. +833.333	0.0

Abb. 4-4 Parameter des Mechanik-Modells*Eingänge*

Eingang [Einheit]	Beschreibung	Wertebereich	Default- wert
T_L [Nm]	Drehmoment des E-Motors	-1000.0..1000.0	0.0

Tab. 4-16 Eingänge des Mechanik-Modells*Ausgänge*

Ausgang [Einheit]	Modellwert (min) Default / Bereich	Modellwert (max) Default / Bereich	DAC-Span- nung (min) Default / Min	DAC-Span- nung (max) Default / Max
Omega_mech [rad/s]	-50000 / -50000..50000	50000 / -50000..50000	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0
Phi_mech [°]	0 / 0..360	360 / 0..360	0 / -10.0	10.0 / 10.0
Omega_el [rad/s]	-10000 / -50000..50000	10000 / -50000..50000	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0
Phi_el [°]	0 / 0..360	360 / 0..360	0 / -10.0	10.0 / 10.0
T_mech [Nm]	-2000 / -2000..2000	2000 / -2000..2000	-10.0 / -10.0	10.0 / 10.0

Tab. 4-17 Ausgänge des Mechanik-Modells

5 **Konfiguration der Hardware in LABCAR-RTC**

In diesem Kapitel finden Sie eine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Konfiguration der Hardware in LABCAR-RTC.

- **„Allgemeine Einstellungen“ auf Seite 68**

In diesem Abschnitt finden Sie eine Beschreibung einiger grundlegender Einstellung der Hardware-Konfiguration.

- „„ES5340-Master“ Item“ auf Seite 68
- „Vermessen der Gate-Ansteuersignale“ auf Seite 69
- „Winkeltakteinheit“ auf Seite 71

- **„Integration des Modells“ auf Seite 73**

Der nächste Schritt besteht in der Konfiguration der Verbindungen zu einem Modell.

- „FPGA-Modell“ auf Seite 73
- „Softwaremodell“ auf Seite 77

- **„I/O-Konfiguration“ auf Seite 83**

In diesem Abschnitt finden Sie eine Beschreibung der Konfiguration der Ein- und Ausgangskanäle der ES5340.1.

- „Lagesensoren“ auf Seite 83
- „Analoge Ausgänge“ auf Seite 86
- „Digitale Ausgänge“ auf Seite 88
- „Analoge Eingänge“ auf Seite 91
- „Digitale Eingänge“ auf Seite 92
- „Ausgabe von Signalen über den analogen Multiplexer“ auf Seite 94
- „Ausgabe von Signalen über den digitalen Multiplexer“ auf Seite 96

5.1 Allgemeine Einstellungen

In diesem Abschnitt finden Sie eine Beschreibung einiger grundlegender Einstellung der Hardware-Konfiguration.

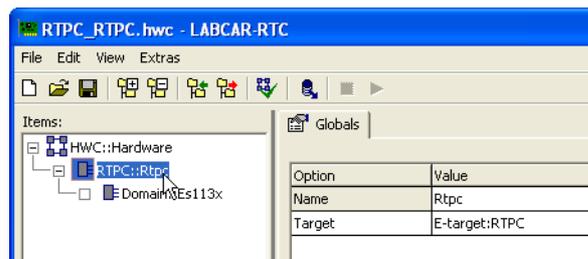
Im Einzelnen sind dies:

- „Ein „ES5340-Master“ Item erstellen“ auf Seite 68
- „Ein „ES5340-Digital-In“ Item hinzufügen“ auf Seite 69
- „Ein „ES5340-Dig-In-HW“ Item hinzufügen“ auf Seite 69
- „Zuweisen von Wechselrichter-Gates zu Messkanälen“ auf Seite 70
- „Ein „ES5340-RPM“ Item erstellen“ auf Seite 71

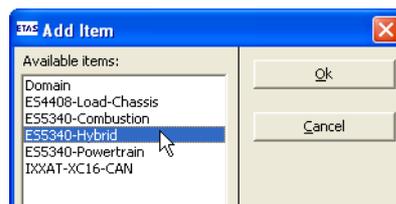
5.1.1 „ES5340-Master“ Item

Ein „ES5340-Master“ Item erstellen

1. In LABCAR-IP wählen Sie **Project** → **RTIO Editor**.
Der Editor von LABCAR-RTC wird geöffnet.
2. Wählen Sie das System „RTPC“.

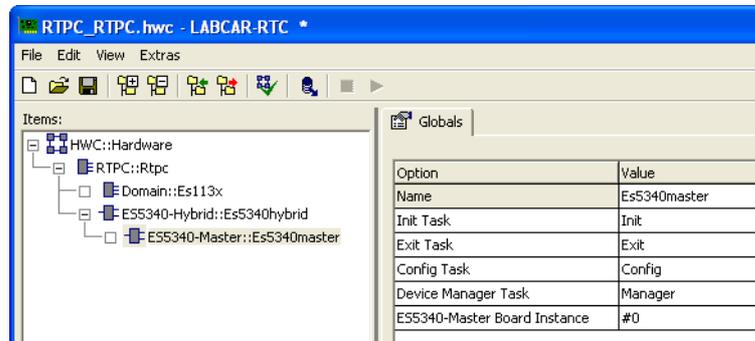


3. Rechtsklicken Sie und wählen Sie **Add Item**.
4. Im Auswahldialog, wählen Sie das Item „ES5340-Hybrid“.



5. Klicken Sie **OK**.
Das Item wird hinzugefügt.

- Fügen Sie auf dieselbe Weise zum Item „ES5340-Hybrid“ ein Item „ES5340-Master“ hinzu.



- Wählen Sie **File** → **Save**.

Hinweis

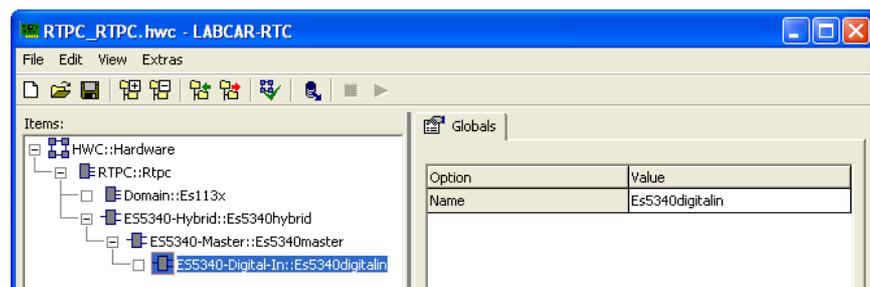
Fehlermeldungen im Monitor-Fenster weisen darauf hin, dass die Konfiguration der Hardware noch nicht vollständig ist.

5.1.2 Vermessen der Gate-Ansteuersignale

Zur Vermessung der PWM-Ansteuersignale für den Wechselrichter müssen Sie ein Item zur Messung von Digitalsignalen hinzufügen.

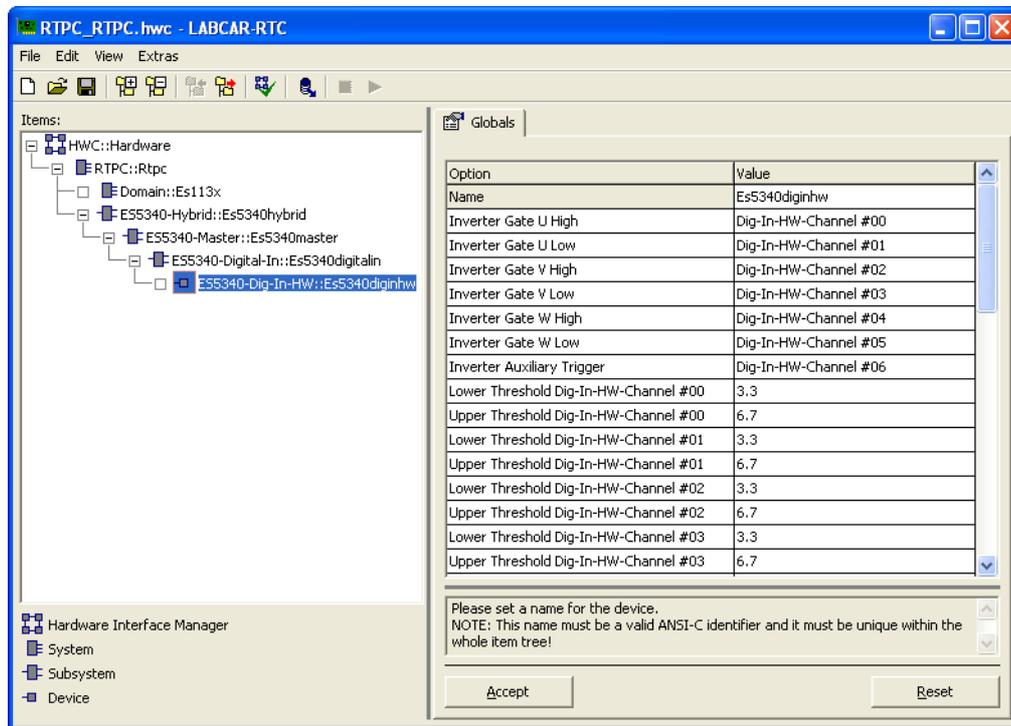
Ein „ES5340-Digital-In“ Item hinzufügen

- Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
- Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Digital-In“ Item und klicken Sie **OK**.
Das Item wird hinzugefügt.



Ein „ES5340-Dig-In-HW“ Item hinzufügen

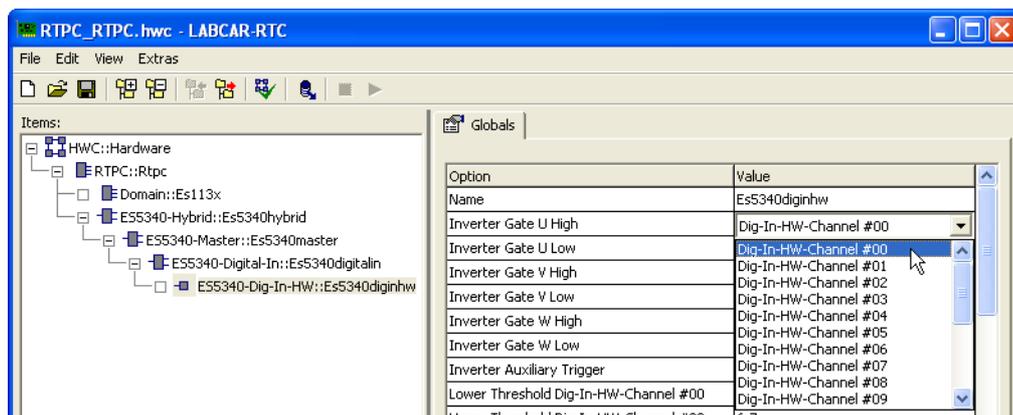
- Rechtsklicken Sie das „ES5340-Digital-In“ Item und wählen Sie **Add Item**.
- Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Dig-In-HW“ Item und klicken Sie **OK**.
- Das Item wird hinzugefügt.



Zuweisen von Wechselrichter-Gates zu Messkanälen

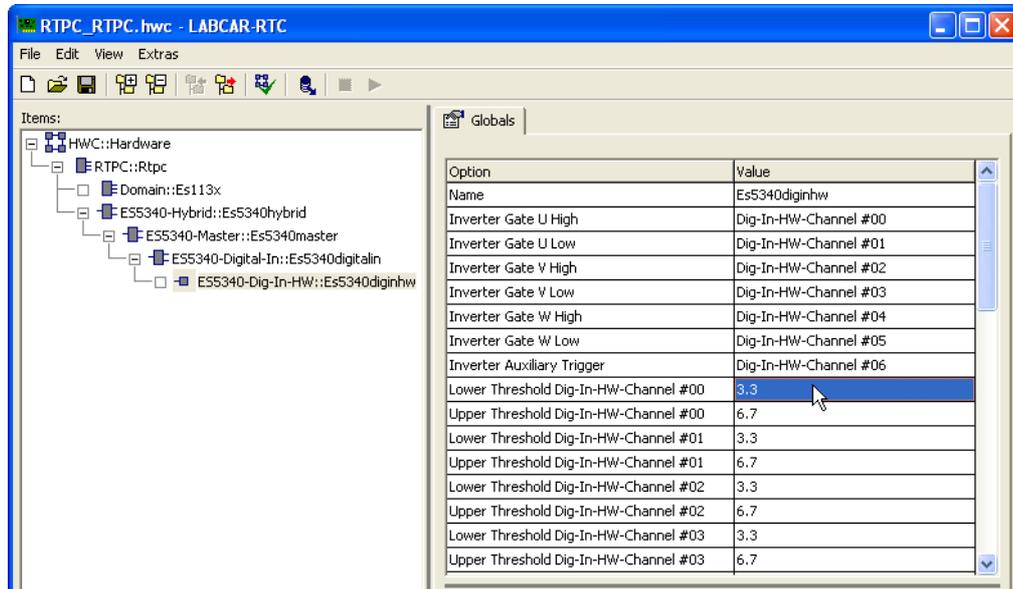
Bei der ES5340.1-M wird davon ausgegangen, dass sechs Gate-Signale vorhanden sind (jeweils zwei für jeden Strang).

1. Weisen Sie die Gate-Signale den gewünschten Messkanälen zu.



Bei der Vermessung der Gate-Ansteuerung können bei jedem Messkanal ein unterer und ein oberer Spannungslevel spezifiziert werden, unterhalb (oberhalb) dessen das Signal als „low“ („high“) erkannt wird.

2. Editieren Sie die Option für die jeweiligen Schwellwerte entsprechend.



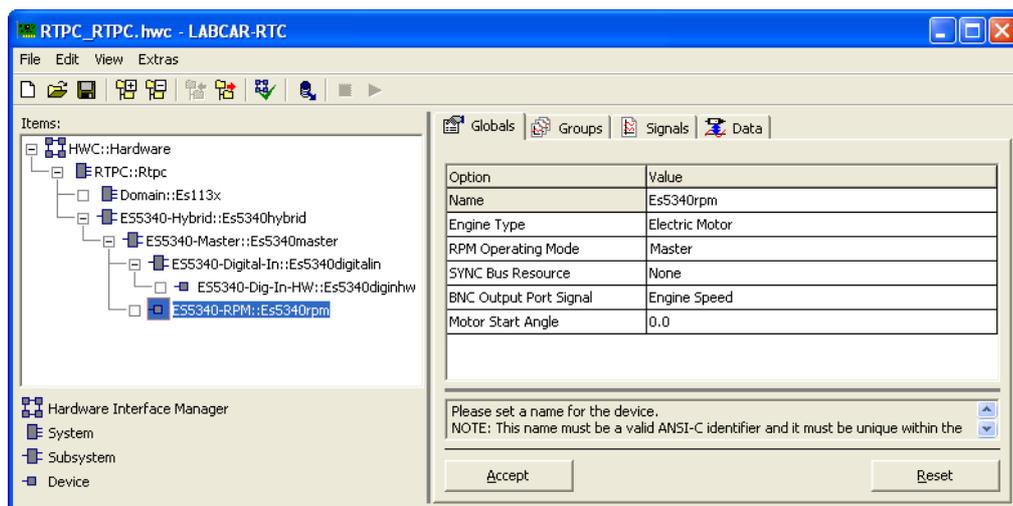
5.1.3 Winkeltakteinheit

Die Winkeltakteinheit wird zur Generierung von Drehzahl- und Winkelinformation verwendet, die von Lagesensoren und anderen winkel-synchronen Signalen benötigt werden.

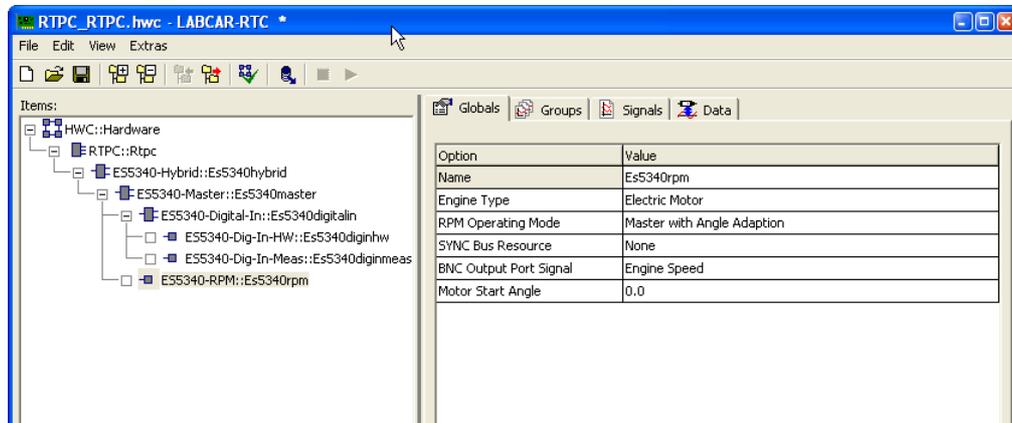
Ein „ES5340-RPM“ Item erstellen

1. Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
2. Wählen Sie in der Liste das „ES5340-RPM“ Item und klicken Sie **OK**.

Das Item wird hinzugefügt.



3. Für den Anwendungsfall „E-Motor“ konfigurieren Sie die Einstellungen in der Registerkarte „Globals“ wie gezeigt:



Die ES5340.1 kann damit als Winkeltakt-Master für andere Hardware konfiguriert werden.

5.2 Integration des Modells

Der nächste Schritt besteht in der Konfiguration der Verbindungen zu einem Modell.

Je nach Typ des Modells sind dazu verschiedene Maßnahmen erforderlich:

- **FPGA-Modell**
Dieses Modell wird autonom auf dem ES5340.1 Electric Drive Simulation Board ausgeführt und wird in LABCAR-OPERATOR parametrisiert.

Hinweis

Das FPGA-Modell ist ein optionaler Bestandteil des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board und muss gesondert bestellt werden (siehe „Bestellinformationen und Lieferumfang“ auf Seite 105).

- **Softwaremodell**
Ein Softwaremodell (ASCET, Simulink oder C-Code) wird auf dem Real-Time PC ausgeführt, synchronisiert mit den PWM-Signalen aus dem Steuergerät.

Im Einzelnen werden folgenden Maßnahmen beschrieben:

- „FPGA-Modell“ auf Seite 73
 - „FPGA-Modell in LABCAR-RTC hinzufügen“ auf Seite 73
 - „Konfiguration der Modellparameter“ auf Seite 75
 - „Konfiguration der Wertebereiche“ auf Seite 76
 - „Festlegen von Defaultwerten“ auf Seite 77
 - „Konfiguration von Ausgängen für Strom-/Spannungssensoren“ auf Seite 79
- „Softwaremodell“ auf Seite 77
 - „Wechselrichter-Gate-Messung konfigurieren“ auf Seite 77
 - „Analoge Ausgänge („Direct out“) hinzufügen“ auf Seite 79
 - „Analoge Ausgänge (für vorausberechnete Werte) hinzufügen“ auf Seite 80

5.2.1 FPGA-Modell

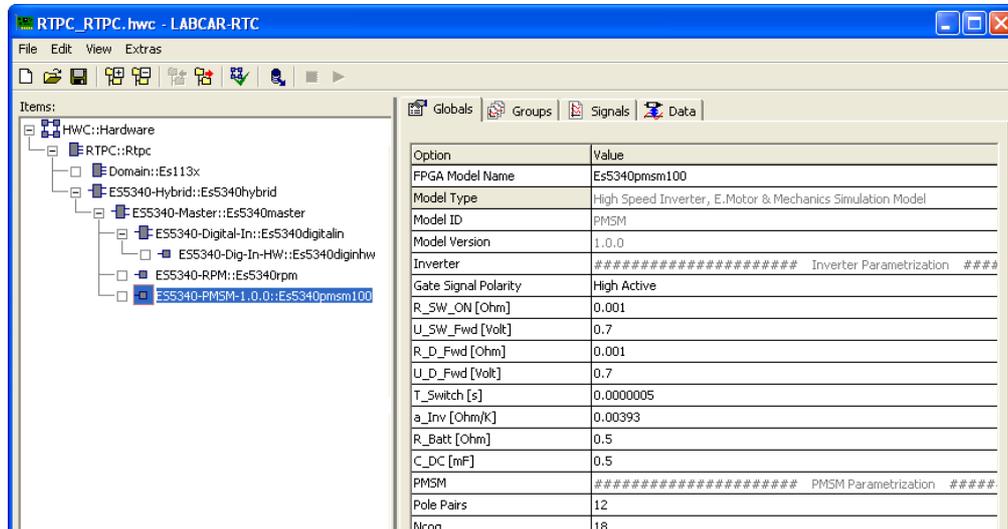
Zur Konfiguration des FPGA-Modells müssen Sie zuerst das entsprechende Item hinzufügen.

FPGA-Modell in LABCAR-RTC hinzufügen

1. Wählen Sie das „ES5340-Master“ Item und klicken Sie **Add Item**.

- Wählen Sie aus der Liste das „ES5340-PMSM-X.X.X“ Item und klicken Sie **OK**.

Das Item wird hinzugefügt.



Konfiguration der Modellparameter

Die Konfiguration des Modells findet in der Registerkarte „Globals“ statt und ist unterteilt in die drei Modellbestandteile „Inverter“, „PMSM“ und „Mechanics“.

Option	Value
FPGA Model Name	Es5340pmsm100
Model Type	High Speed Inverter, E.Motor & Mechanics Simulation Model
Model ID	PMSM
Model Version	1.0.0
Inverter	##### Inverter Parametrization #####
Gate Signal Polarity	High Active
R_SW_ON [Ohm]	0.001
U_SW_Fwd [Volt]	0.7
R_D_Fwd [Ohm]	0.001
U_D_Fwd [Volt]	0.7
T_Switch [s]	0.0000005
a_Inv [Ohm/K]	0.00393
R_Batt [Ohm]	0.5
C_DC [mF]	0.5
PMSM	##### PMSM Parametrization #####
Pole Pairs	12
Ncog	18
T_cm [Nm]	0.0
Id Init [A]	0.0
Iq Init [A]	0.0
a_M [Ohm/K]	0.0043
Mechanics	##### Mechanics Parametrization #####
f [Nms]	1.7
J_E [kgm ²]	0.12
J_L [kgm ²]	0.1
C [Nm/rad]	1500000.0
D [Nms/rad]	100.0
Phi_mech_init [°]	0.0
Omega_mech_init [1/s]	0.0

Hinweis

Eine ausführliche Beschreibung der Modellgrößen finden Sie im Kapitel „FPGA-Modelle“ auf Seite 51,

Konfiguration der Wertebereiche

Die Konfiguration der gültigen Wertebereiche für die Modellgrößen findet im Register „Signals“ statt. Passen Sie das Mapping zwischen den physikalischen und elektrischen Größen entsprechend Ihrer Hardware an.

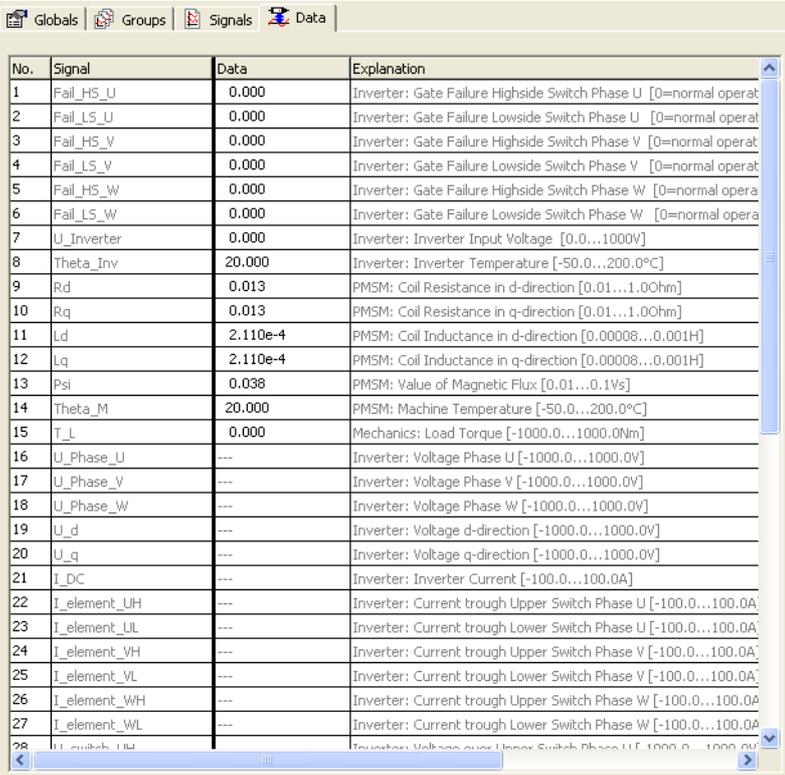
No.	Signal	Model Value (min)	Model Value (max)	DAC Voltage (min)	DAC Voltage (max)
2	Fail_LS_U	---	---	---	---
3	Fail_HS_V	---	---	---	---
4	Fail_LS_V	---	---	---	---
5	Fail_HS_W	---	---	---	---
6	Fail_LS_W	---	---	---	---
7	U_Inverter	---	---	---	---
8	Theta_Inv	---	---	---	---
9	Rd	---	---	---	---
10	Rq	---	---	---	---
11	Ld	---	---	---	---
12	Lq	---	---	---	---
13	Psi	---	---	---	---
14	Theta_M	---	---	---	---
15	T_L	---	---	---	---
16	U_Phase_U	-150.0	1500.0	-1.0	10.0
17	U_Phase_V	-150.0	1500.0	-1.0	10.0
18	U_Phase_W	-150.0	1500.0	-1.0	10.0
19	U_d	-1500.0	1500.0	-10.0	10.0
20	U_q	-1500.0	1500.0	-10.0	10.0
21	I_DC	-1500.0	1500.0	-10.0	10.0
22	I_element_UH	-1500.0	1500.0	-10.0	10.0
23	I_element_UL	-1500.0	1500.0	-10.0	10.0
24	I_element_VH	-1500.0	1500.0	-10.0	10.0
25	I_element_VL	-1500.0	1500.0	-10.0	10.0
26	I_element_WH	-1500.0	1500.0	-10.0	10.0
27	I_element_WL	-1500.0	1500.0	-10.0	10.0
28	U_switch_UH	-150.0	1500.0	-1.0	10.0
29	U_switch_UL	-150.0	1500.0	-1.0	10.0

Hinweis

Beachten Sie, dass die Werte von „DAC Voltage (min)“ und „DAC Voltage (max)“ als absolute Werte gemeint sind, die von den D/A-Wandlern der Hardware nicht unter-/überschritten werden!

Festlegen von Defaultwerten

Bei bestimmten Modelleingängen können in der Registerkarte „Data“ Defaultwerte festgelegt werden.



No.	Signal	Data	Explanation
1	Fail_HS_U	0.000	Inverter: Gate Failure Highside Switch Phase U [0=normal operat
2	Fail_LS_U	0.000	Inverter: Gate Failure Lowside Switch Phase U [0=normal operat
3	Fail_HS_V	0.000	Inverter: Gate Failure Highside Switch Phase V [0=normal operat
4	Fail_LS_V	0.000	Inverter: Gate Failure Lowside Switch Phase V [0=normal operat
5	Fail_HS_W	0.000	Inverter: Gate Failure Highside Switch Phase W [0=normal opera
6	Fail_LS_W	0.000	Inverter: Gate Failure Lowside Switch Phase W [0=normal opera
7	U_Inverter	0.000	Inverter: Inverter Input Voltage [0.0...1000V]
8	Theta_Inv	20.000	Inverter: Inverter Temperature [-50.0...200.0°C]
9	Rd	0.013	PMSM: Coil Resistance in d-direction [0.01...1.00hm]
10	Rq	0.013	PMSM: Coil Resistance in q-direction [0.01...1.00hm]
11	Ld	2.110e-4	PMSM: Coil Inductance in d-direction [0.00008...0.001H]
12	Lq	2.110e-4	PMSM: Coil Inductance in q-direction [0.00008...0.001H]
13	Psi	0.038	PMSM: Value of Magnetic Flux [0.01...0.1Vs]
14	Theta_M	20.000	PMSM: Machine Temperature [-50.0...200.0°C]
15	T_L	0.000	Mechanics: Load Torque [-1000.0...1000.0Nm]
16	U_Phase_U	---	Inverter: Voltage Phase U [-1000.0...1000.0V]
17	U_Phase_V	---	Inverter: Voltage Phase V [-1000.0...1000.0V]
18	U_Phase_W	---	Inverter: Voltage Phase W [-1000.0...1000.0V]
19	U_d	---	Inverter: Voltage d-direction [-1000.0...1000.0V]
20	U_q	---	Inverter: Voltage q-direction [-1000.0...1000.0V]
21	I_DC	---	Inverter: Inverter Current [-100.0...100.0A]
22	I_element_UH	---	Inverter: Current trough Upper Switch Phase U [-100.0...100.0A]
23	I_element_UL	---	Inverter: Current trough Lower Switch Phase U [-100.0...100.0A]
24	I_element_VH	---	Inverter: Current trough Upper Switch Phase V [-100.0...100.0A]
25	I_element_VL	---	Inverter: Current trough Lower Switch Phase V [-100.0...100.0A]
26	I_element_WH	---	Inverter: Current trough Upper Switch Phase W [-100.0...100.0A]
27	I_element_WL	---	Inverter: Current trough Lower Switch Phase W [-100.0...100.0A]
28	I_element_UV	---	Inverter: Current trough Upper Switch Phase U [-100.0...100.0A]

5.2.2 Softwaremodell

Wenn ein Modell auf dem Real-Time PC ausgeführt wird, muss ein Item zum Vermessen der Wechselrichter-Gate-Signale vom Steuergerät hinzugefügt werden und außerdem ein Mapping der Strom-/Spannungswerte auf die analogen Ausgänge erstellt werden.

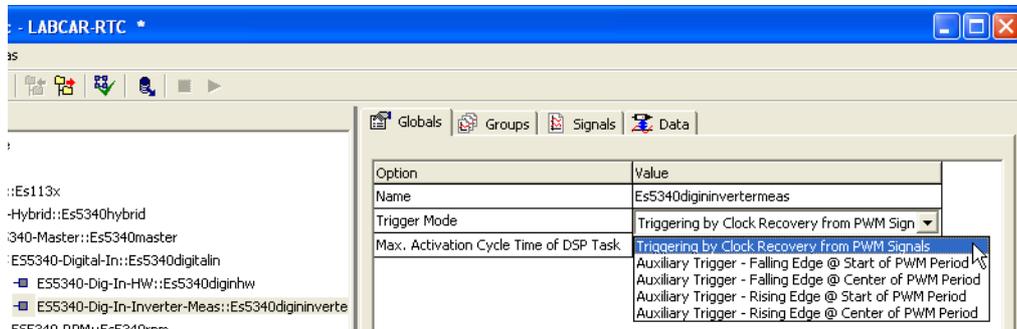
Die Tastverhältnisse und die Periode der PWM-Ansteuersignale werden gemessen und zum Softwaremodell weitergeleitet. Die Messung selbst kann zu einem externen Signal oder an die per Clock Recovery ermittelte PWM-Periode synchronisiert werden.

Wechselrichter-Gate-Messung konfigurieren

1. Rechtsklicken Sie das „ES5340-Digital-In“ Item und wählen Sie **Add Item**.
2. Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Dig-In-Inverter-Meas“ Item und klicken Sie **OK**.

Das Item wird hinzugefügt.

- Wählen Sie in der Registerkarte „Globals“ die Art, wie die Messung getriggert werden soll („Trigger Mode“).



- Geben Sie unter „Nominal PWM Period Time...“ die Periodenlänge der PWM-Task des Steuergeräts an.

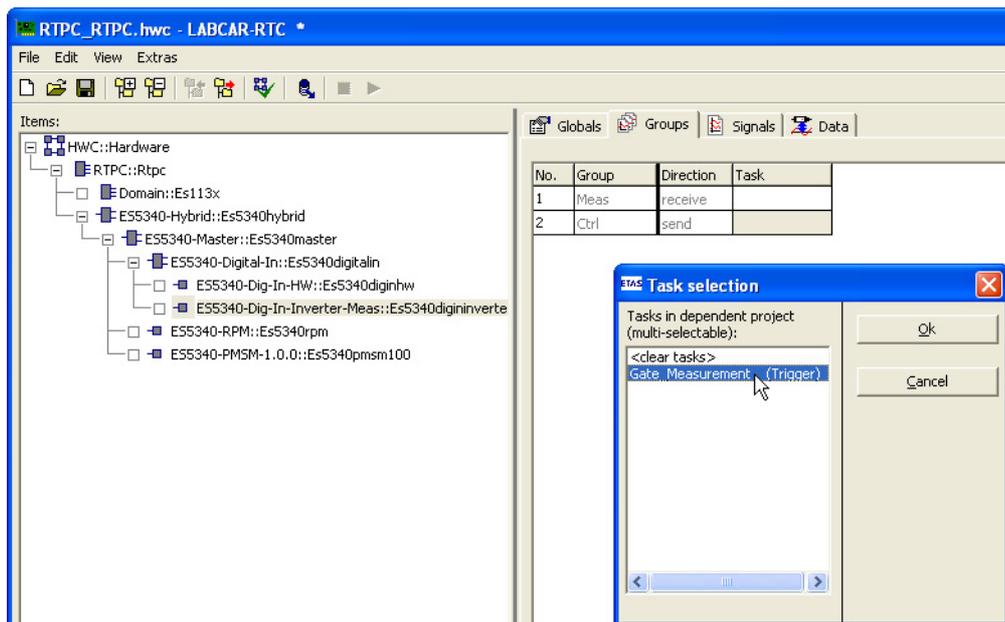
Hinweis

Wird hier „0.0“ eingegeben, so wird als Periodenlänge die Periode der „Receive“-Task übernommen.

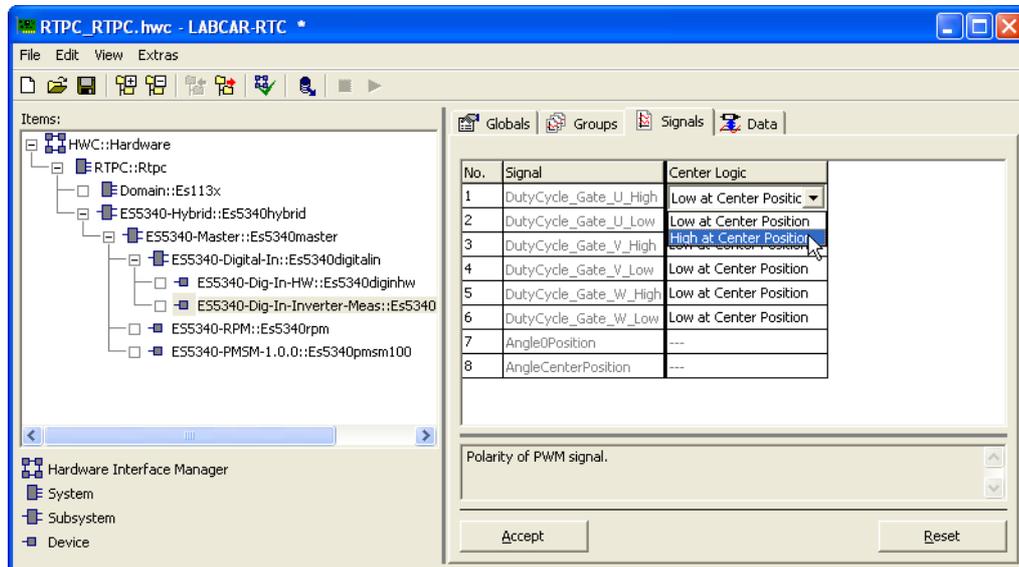
- Wählen Sie in der Registerkarte „Groups“ diejenige Task, die im Real-Time PC nach jeder Periode der PMW-Messung aktiviert werden soll.

Hinweis

Dazu muss zuvor in der OS Configuration von LABCAR-IP eine Task vom Typ „Trigger“ definiert werden, bei der die Option „Exclusive Core Usage“ aktiviert ist (siehe „Der Modus „Exclusive Core Usage““ auf Seite 28).



6. Stellen Sie in der Spalte „Center Logic“ die Polarität der Gate-Signale ein.



Konfiguration von Ausgängen für Strom-/Spannungssensoren

Ausgangswerte des Modells wie Wechselströme oder Gleichströme/-spannungen können unter Verwendung analoger Ausgänge synchron zur PWM-Periode ausgegeben werden.

Dafür gibt es zwei Optionen:

- Direkte Ausgabe

Die Werte des Modells werden von physikalischen in elektrische Werte umgewandelt und auf dem dafür konfigurierten D/A-Wandler auf der ES5340.1 aktiviert.

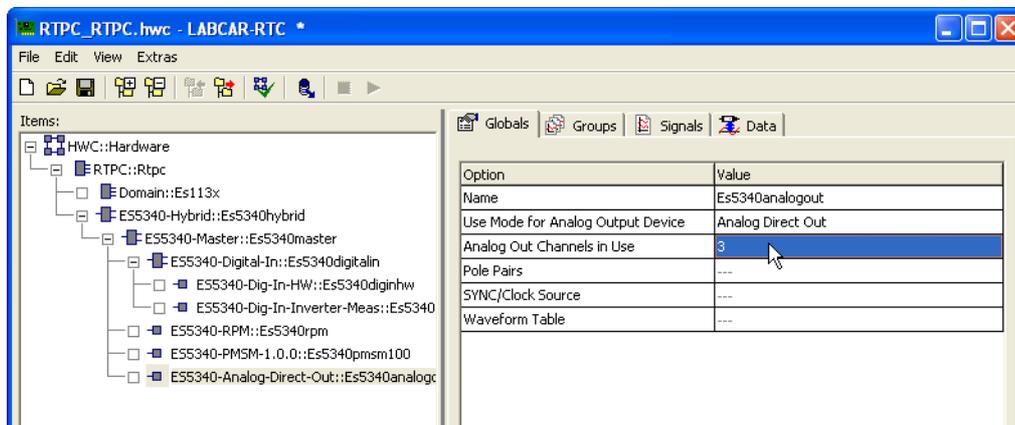
- Vorausberechnete Ausgabe

Vom Modell werden lediglich Amplitude und Phase des AC-Signals übernommen, die resultierende Sinuswelle dagegen wird in der Hardware erzeugt. Dies führt zu einer viel schnelleren Aktualisierung der Werte für die D/A-Wandlerausgabe mit kleineren Schrittweiten bei der Modellberechnung.

Analoge Ausgänge („Direct out“) hinzufügen

1. Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
2. Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Analog-Out“ Item und klicken Sie **OK**.
Das Item wird hinzugefügt.

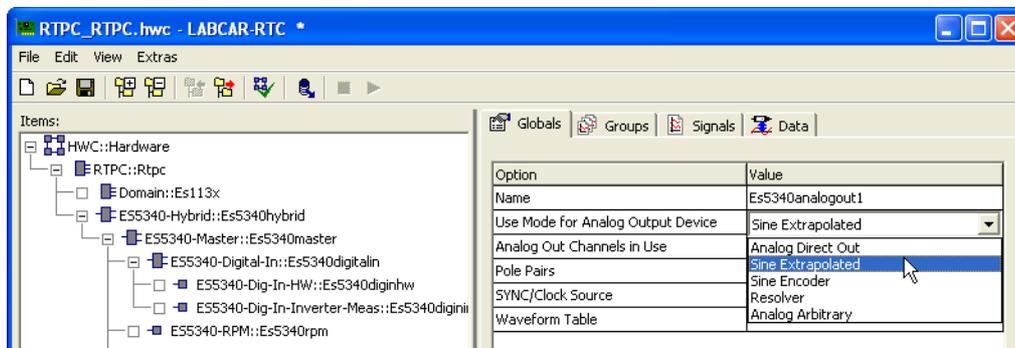
3. Belassen Sie den Betriebsmodus auf „Analog Direct Out“ und wählen Sie die Anzahl der gewünschten Ausgänge.



Eine weitere Konfiguration dieses Items ist im Abschnitt „Analoge Ausgänge“ auf Seite 86 beschrieben.

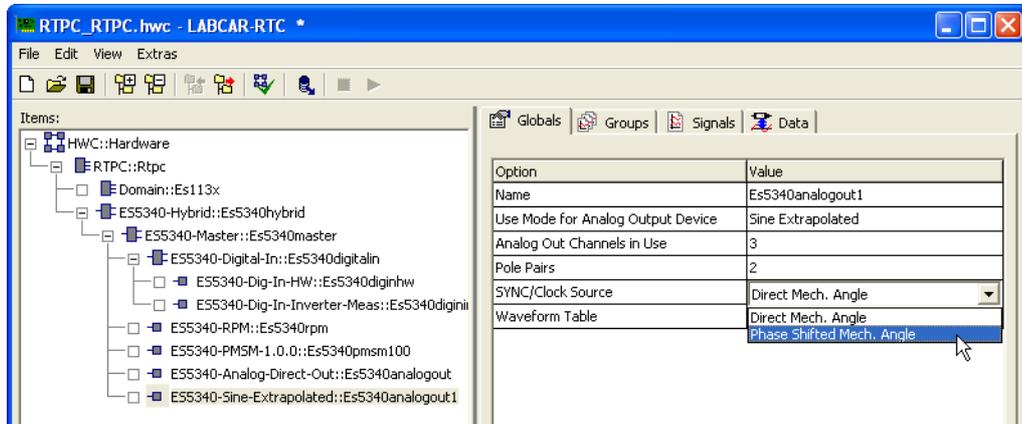
Analoge Ausgänge (für vorausberechnete Werte) hinzufügen

1. Fügen Sie wie oben beschrieben ein „ES5340-Analog-Out“ Item ein.
2. Für den Betriebsmodus wählen Sie „Sine Extrapolated“.

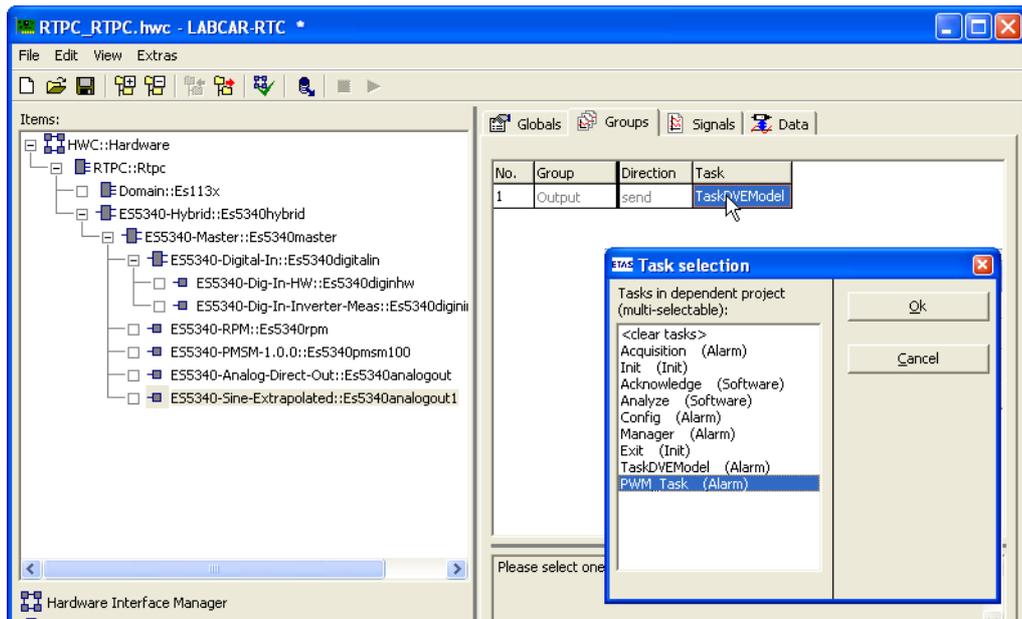


3. Geben Sie die gewünschte Anzahl an Ausgängen dieser Art ein.
4. Stellen Sie sicher, dass die richtige Anzahl für die Polpaare angegeben ist.

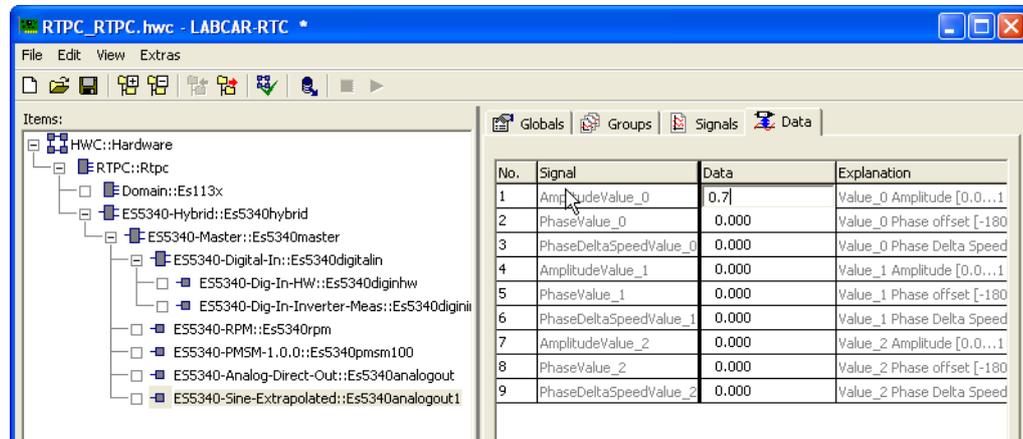
5. Damit die Phase der Signale später noch geändert werden kann, wählen Sie bei der Option „Clock Source“ die Einstellung „Phase Shifted Mech. Angle“.



6. Um einen synchronisierten Hardware-Zugriff zu ermöglichen, ändern Sie in der Registerkarte „Groups“ die Task.



7. Schließlich können Sie in der Registerkarte „Data“ noch Defaultwerte für die Amplitude und Phase einstellen.



5.3 I/O-Konfiguration

In diesem Abschnitt finden Sie eine Beschreibung der Konfiguration der Ein- und Ausgangskanäle der ES5340.1.

Im Einzelnen finden Sie Informationen zu:

- „Einen analogen Lagesensor hinzufügen“ auf Seite 83
- „Einen digitalen Lagesensor hinzufügen“ auf Seite 84
- „Ausgänge des Typs „Direct Analog Out“ hinzufügen“ auf Seite 86
- „Ausgänge des Typs „Analog Arbitrary“ hinzufügen“ auf Seite 87
- „Ausgänge des Typs „Direct Digital Out“ hinzufügen“ auf Seite 88
- „Ausgänge des Typs „Digital Arbitrary“ hinzufügen“ auf Seite 90
- „Einen analogen Eingang hinzufügen“ auf Seite 91
- „Einen digitalen Eingang hinzufügen“ auf Seite 92
- „Signalquellen des analogen Multiplexers konfigurieren“ auf Seite 94
- „Spannungsreferenz und Ausgabeart konfigurieren“ auf Seite 95
- „Defaultwerte festlegen“ auf Seite 96
- „Signalquellen des digitalen Multiplexers konfigurieren“ auf Seite 96
- „Ausgabeart konfigurieren“ auf Seite 97
- „Defaultwerte festlegen“ auf Seite 98
- „LABCAR-RTC beenden“ auf Seite 98

5.3.1 Lagesensoren

Um Lageinformation für das Steuergerät zu generieren, müssen spezielle Items zur Hardwarekonfiguration hinzugefügt werden.

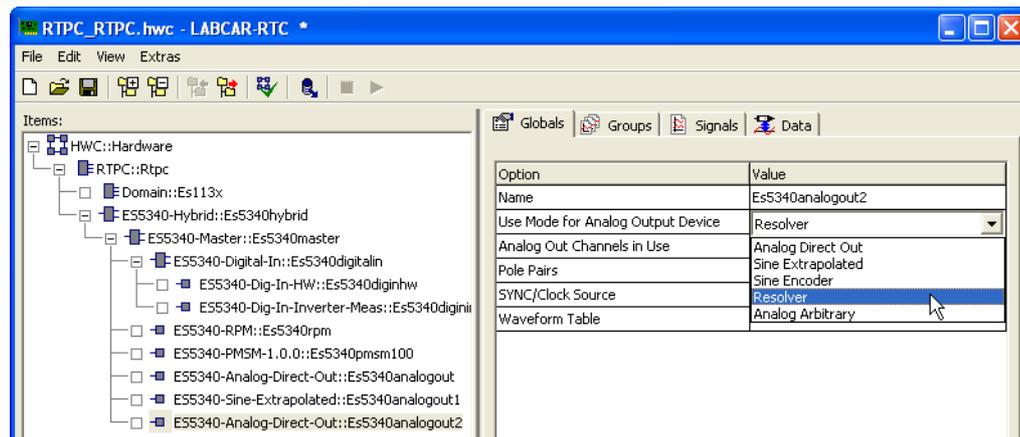
Es gibt zwei Typen von Lagesensoren:

- Analoge Sensoren
Beispiele dafür sind Resolver oder Sinus-Encoder
- Digitale Sensoren
Ein Beispiel für einen digitalen Sensor ist der „Trixy“ Sensor in BOSCH-Steuergeräten.

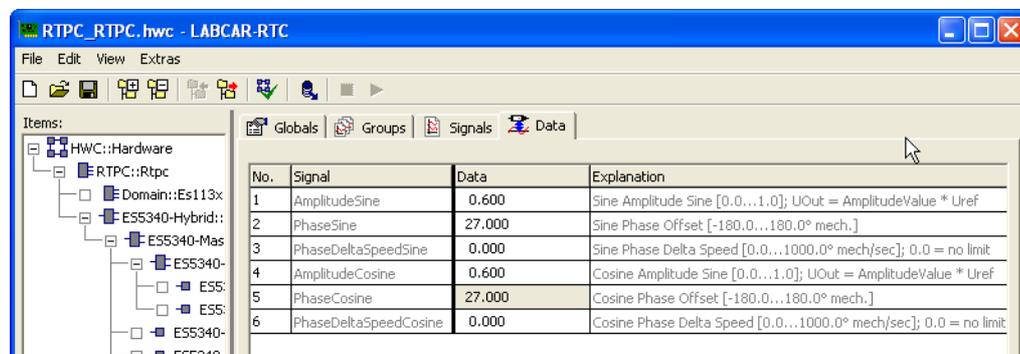
Einen analogen Lagesensor hinzufügen

1. Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
2. Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Analog-Out“ Item und klicken Sie **OK**.
Das Item wird hinzugefügt.
3. Wählen Sie als Betriebsmodus „Resolver“ oder „Sine Encoder“

4. Der Sensortyp „Resolver“ verwendet ein externes Anregungssignal und liefert ein differentielles Ausgangssignal (siehe auch „Spannungsreferenz und Ausgabeart konfigurieren“ auf Seite 95).
 - Der Typ „Sine Encoder“ benötigt kein Anregungssignal und hat einen „single-ended“ Ausgang.



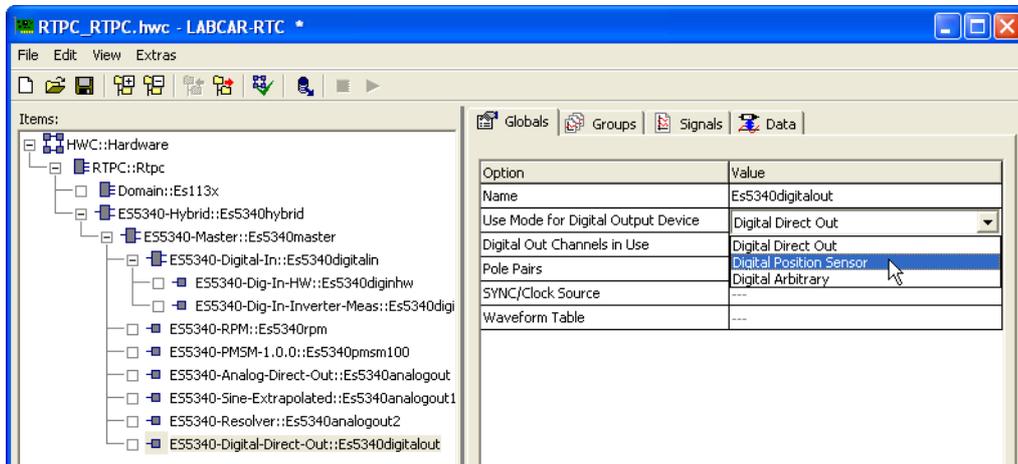
5. Legen Sie die Anzahl der Polpaare fest.
6. Wählen Sie für „SYNC/Clock Source“ die Einstellung „Direct Mech. Angle.“
7. Legen Sie (in der Registerkarte „Data“) Defaultwerte fest.



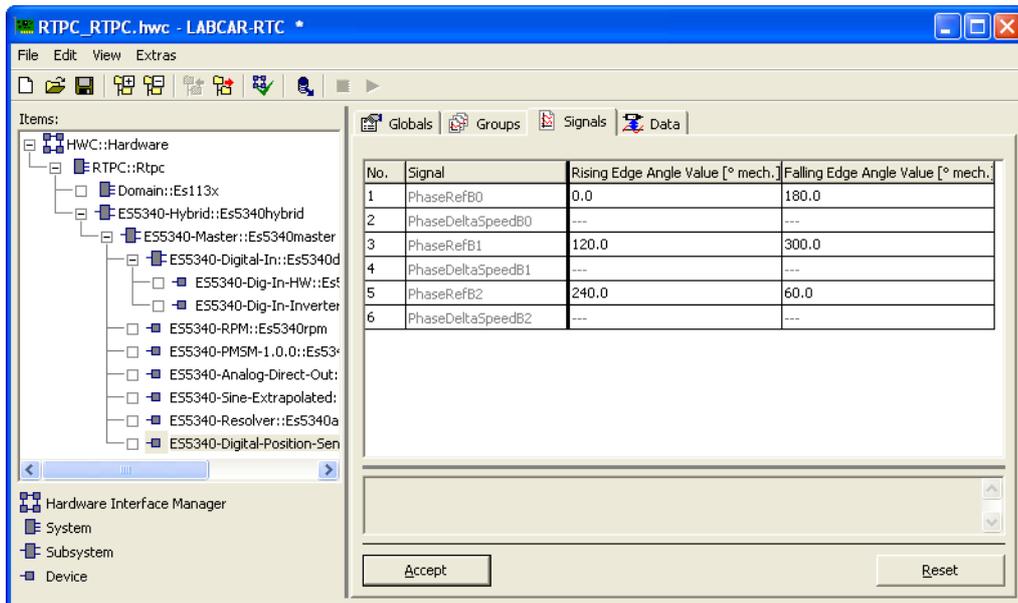
Einen digitalen Lagesensor hinzufügen

1. Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
 2. Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Digital-Out“ Item und klicken Sie **OK**.
- Das Item wird hinzugefügt.

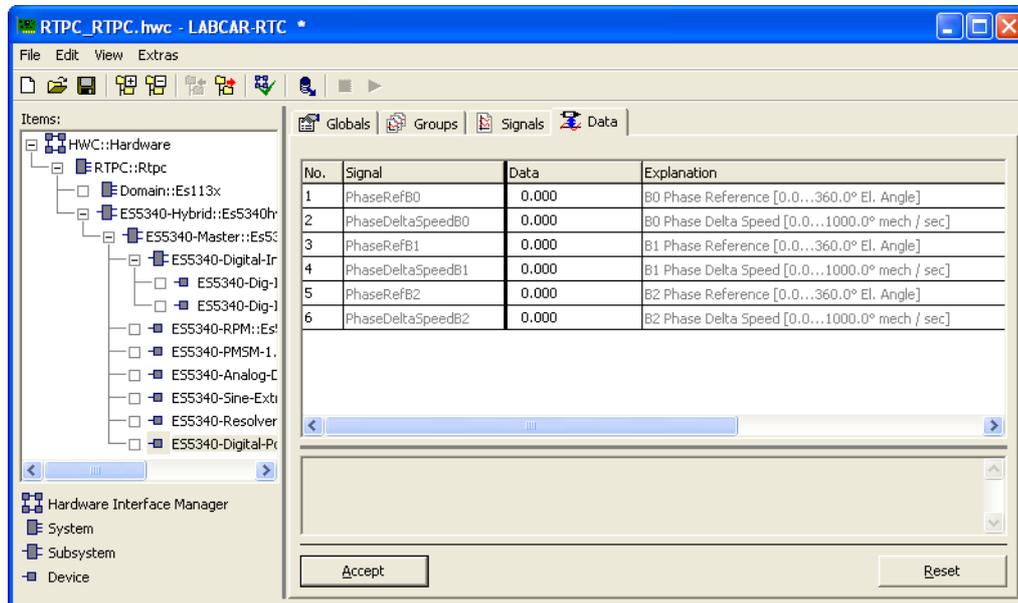
3. Wählen Sie als Betriebsmodus „Digital Position Sensor“.



4. Legen Sie die Anzahl der Polpaare fest.
5. Wählen Sie für „SYNC/Clock Source“ die Einstellung „Direct Mech. Angle.“
6. Konfigurieren Sie (in der Registerkarte „Signals“) den Signaltyp.



7. Legen Sie (in der Registerkarte „Data“) Defaultwerte fest.



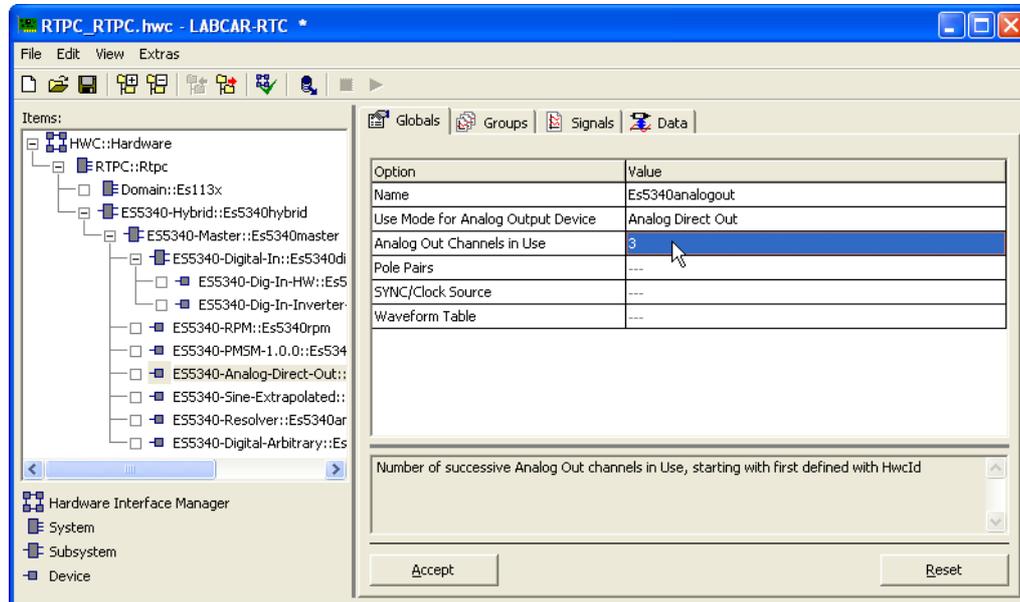
5.3.2 Analoge Ausgänge

Diese Ausgänge dienen der Ausgabe von analogen Werten aus einem Modell an die A/D-Wandler des Steuergerätes.

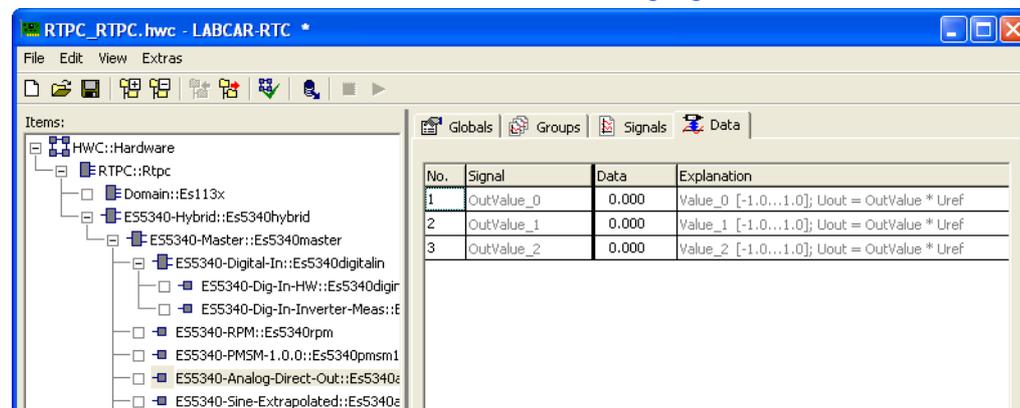
Ausgänge des Typs „Direct Analog Out“ hinzufügen

1. Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
2. Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Analog-Out“ Item und klicken Sie **OK**.
3. Das Item wird hinzugefügt.
4. Belassen Sie die Option „Use Mode for Analog Output Device“ in der Defaulteinstellung „Analog Direct Out“.

- Um in diesem Item mehrere analoge Ausgänge zu konfigurieren, wählen Sie in der Registerkarte „Globals“ die gewünschte Anzahl.



- Wählen Sie die Registerkarte „Data“, um Defaultwerte für die Ausgänge einzustellen.



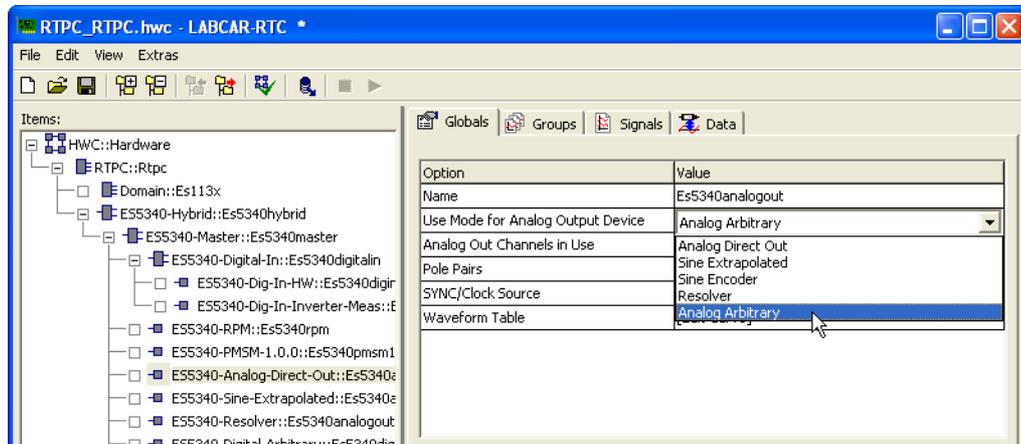
Ausgänge des Typs „Analog Arbitrary“ hinzufügen

Ausgänge für arbiträre Signale können dazu verwendet werden, um benutzerdefinierte Signalmuster (basierend auf dem aktuellen Winkel der simulierten E-Maschine) auszugeben.

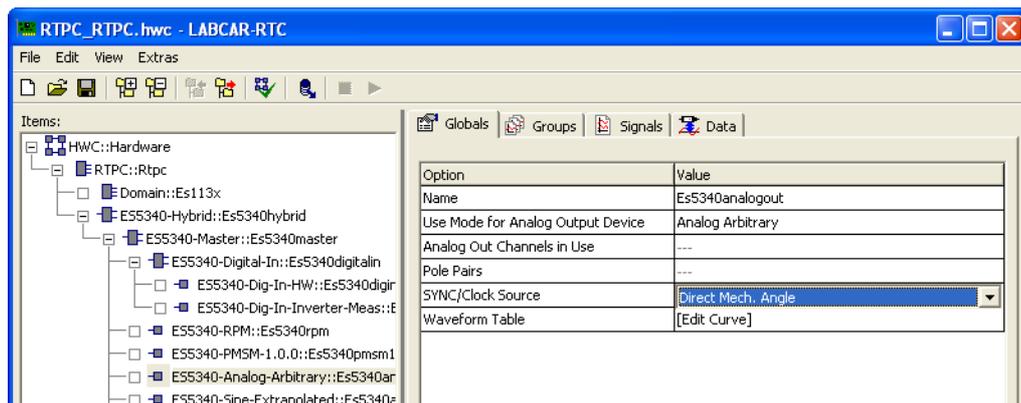
Diese Signalmuster können z.B. bei der Simulation spezieller Lagesensoren und anderer Größen mit direktem Bezug zum Motorwinkel generiert werden.

- Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
- Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Analog-Out“ Item und klicken Sie **OK**.
Das Item wird hinzugefügt.

3. Wählen Sie für die Option „Use Mode for Analog Output Device“ die Einstellung „Analog Arbitrary“.



4. Mit der Option „SYN/Clock Source“ kann die Ausgabe auf den aktuellen Motorwinkel oder einen dazu phasenverschobenen Winkel (z.B. für die Prädiktion von Stromwerten) bezogen werden.



5. Bei der Option „WaveformTable“ können Sie die gewünschte Ausgabe in Form einer Tabelle editieren.
6. Wählen Sie die Registerkarte „Data“, um Defaultwerte für die Ausgänge einzustellen.

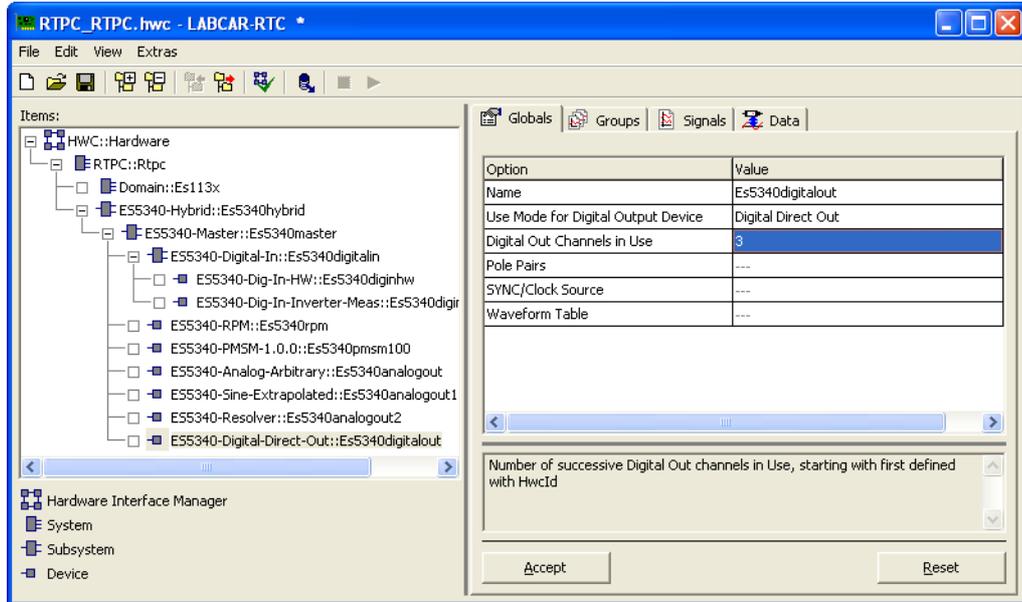
5.3.3 Digitale Ausgänge

Diese Ausgänge ermöglichen die direkte Stimulation von digitalen Steuergeräteeingängen mit Werten aus dem Modell.

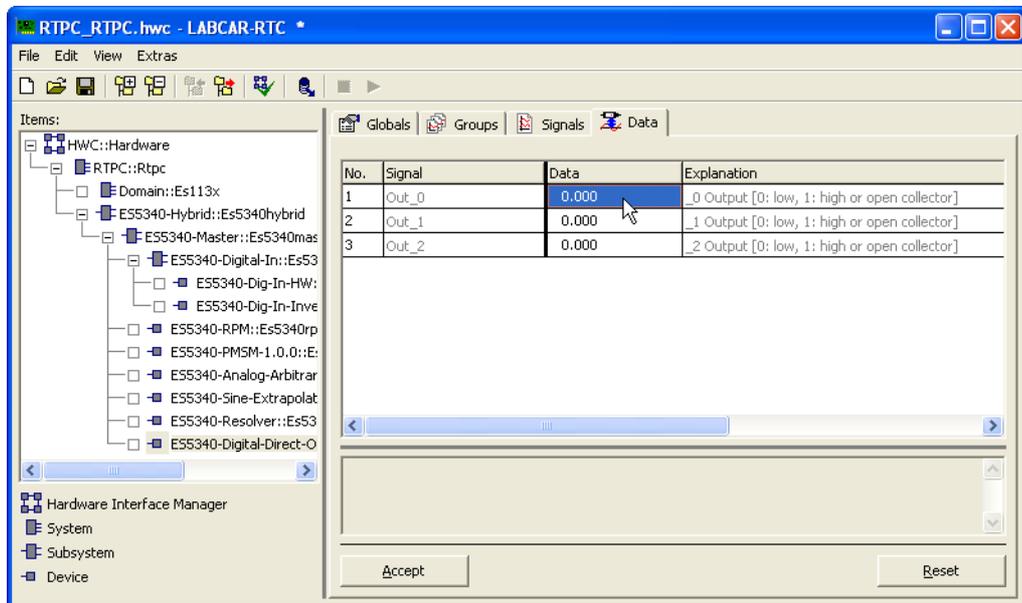
Ausgänge des Typs „Direct Digital Out“ hinzufügen

1. Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
2. Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Digital-Out“ Item und klicken Sie **OK**.
Das Item wird hinzugefügt.

3. Belassen Sie die Option „Use Mode for Digital Output Device“ in der Defaulteinstellung „Digital Direct Out“.
4. Um in diesem Item mehrere digitale Ausgänge zu konfigurieren, wählen Sie in der Registerkarte „Globals“ die gewünschte Anzahl.



5. Wählen Sie die Registerkarte „Data“, um Defaultwerte für die Ausgänge einzustellen.

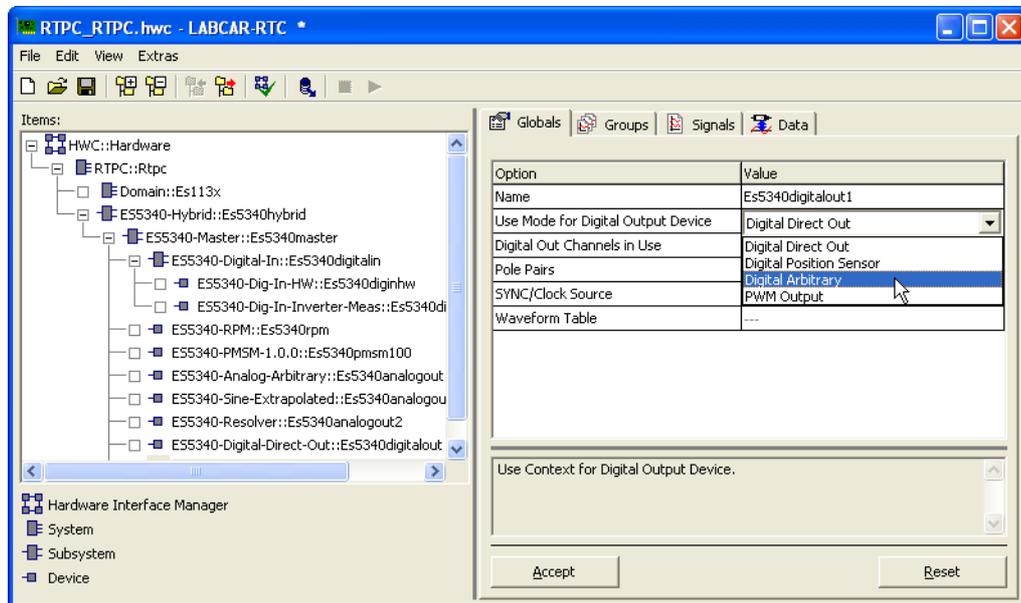


Ausgänge des Typs „Digital Arbitrary“ hinzufügen

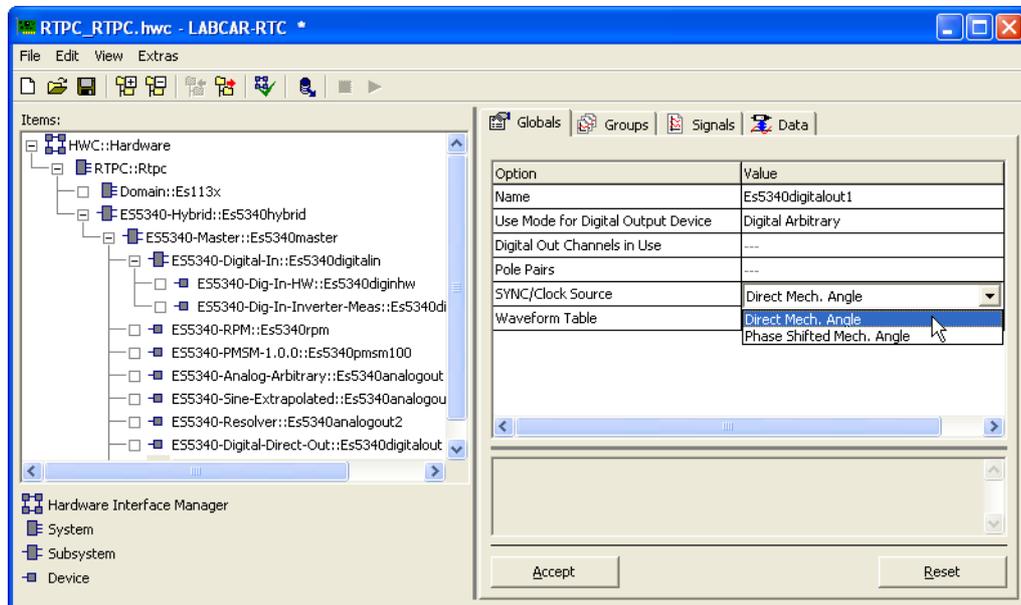
Ausgänge für arbiträre digitaler Signale können dazu verwendet werden, um benutzerdefinierte Signalmuster (basierend auf dem aktuellen Winkel der simulierten E-Maschine) auszugeben.

Diese Signalmuster können z.B. bei der Simulation spezieller Lagesensoren und anderer Größen mit direktem Bezug zum Motorwinkel generiert werden.

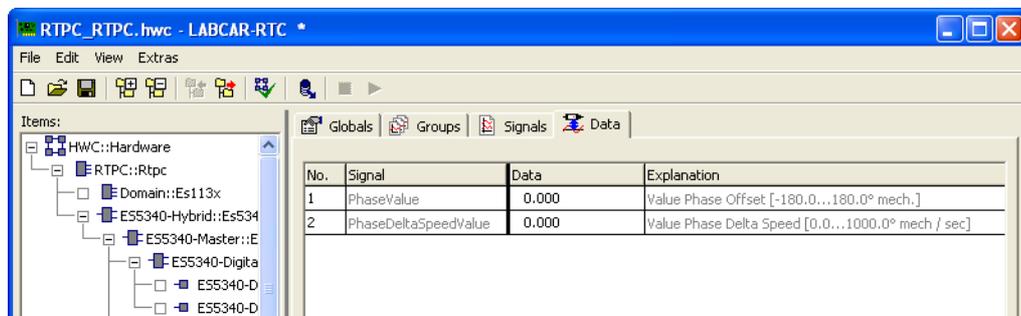
1. Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
2. Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Digital-Out“ Item und klicken Sie **OK**.
Das Item wird hinzugefügt.
3. Wählen Sie für die Option „Use Mode for Digital Output Device“ die Einstellung „Digital Arbitrary“.



- Mit der Option „SYNC/Clock Source“ kann die Ausgabe auf den aktuellen Motorwinkel oder einen phasenverschobenen Winkel (z.B. für die Prädiktion von Stromwerten) bezogen werden.



- Bei der Option „WaveformTable“ können Sie die gewünschte Ausgabe in Form einer Tabelle editieren.
- Wählen Sie die Registerkarte „Data“, um Defaultwerte für die Ausgänge einzustellen.



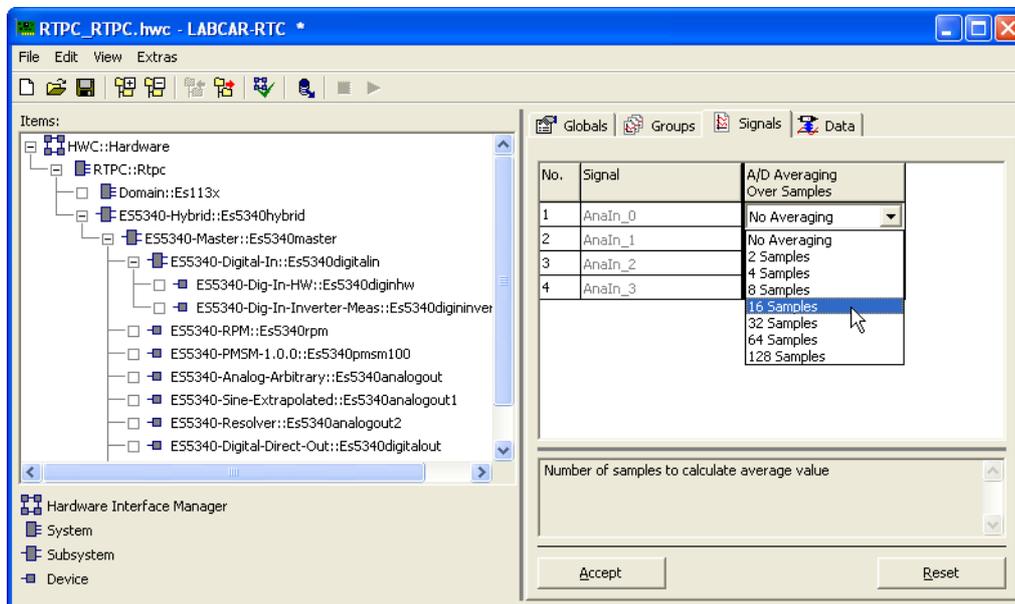
5.3.4 Analoge Eingänge

Die vier analogen Eingänge der ES5340.1 können zur Messung analoger Signal vom Steuergerät verwendet werden.

Einen analogen Eingang hinzufügen

- Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
- Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Analog-In“ Item und klicken Sie **OK**.
Das Item wird hinzugefügt.

- Wählen Sie in der Registerkarte „Signals“, um ggf. eine Mittelwertbildung über eine wählbare Anzahl von Messwerten einzustellen.



5.3.5 Digitale Eingänge

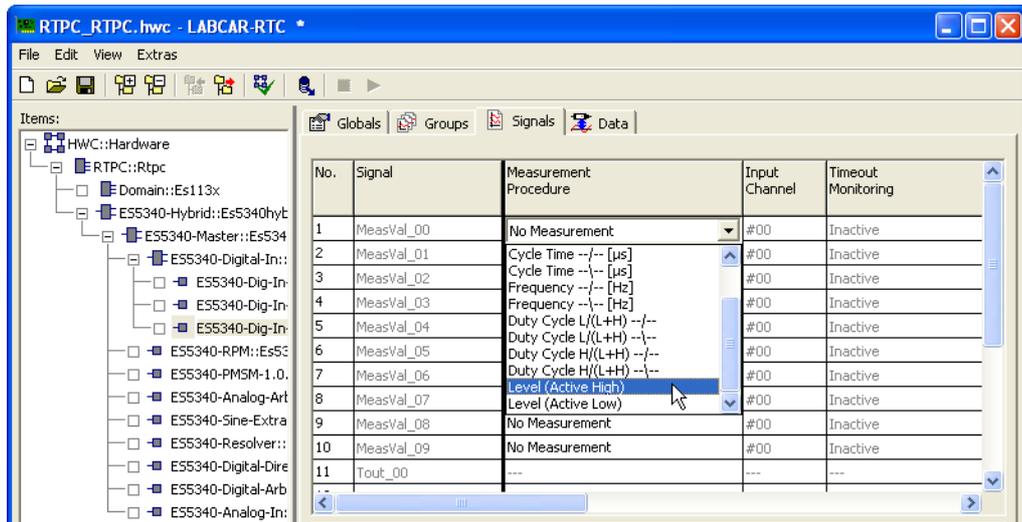
Die digitalen Eingänge können zur Vermessung verschiedener Eigenschaften digitaler Signale (Frequenzen, Tastverhältnisse etc.) verwendet werden.

Einen digitalen Eingang hinzufügen

- Rechtsklicken Sie das „ES5340-Dig-In“ Item und wählen Sie **Add Item**.
- Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Dig-In-Meas“ Item und klicken Sie **OK**.
Das Item wird hinzugefügt.

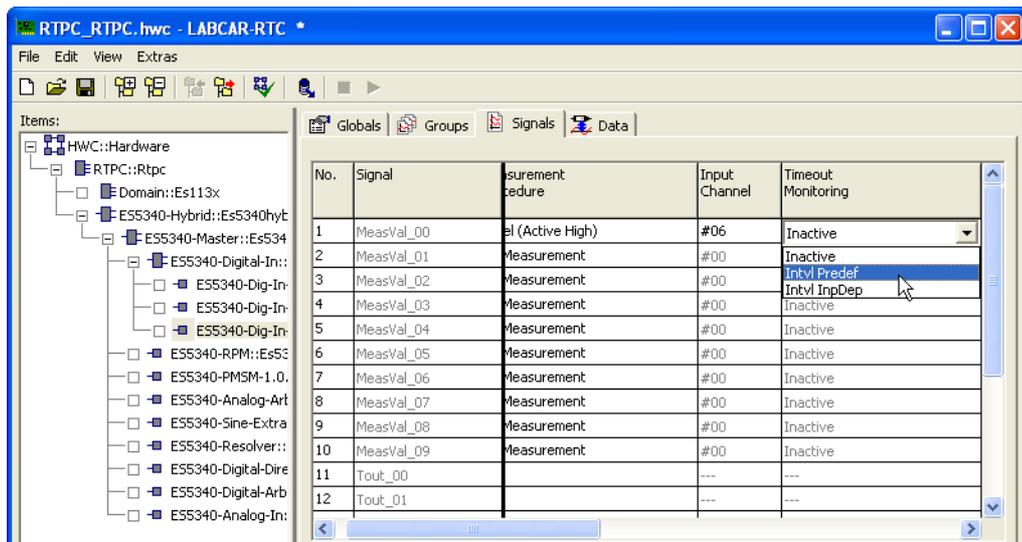
- Um die Messung zu konfigurieren, wählen Sie die Registerkarte „Signals“.

In der Spalte „Measurement Procedure“ können Sie Messmethode einstellen. Bei einem digitalen Eingangskanal können mehrere Messungen durchgeführt werden.



Pro „ES5340-Dig-In-Meas“ Item sind zehn Messungen möglich – werden mehrere Messungen benötigt, können weitere Items des Typs „ES5340-Dig-In-Meas“ hinzugefügt werden.

- Aktivieren Sie bei flankenbasierten Messungen das Timeout Monitoring, um auf das Fehlen von Flanken im Signal entsprechend zu reagieren.



5.3.6 Ausgabe von Signalen über den analogen Multiplexer

Zuletzt müssen die definierten logischen Signalquellen zu Pins der physikalischen Ausgänge auf der ES5340.1 zugewiesen werden.

Hinweis

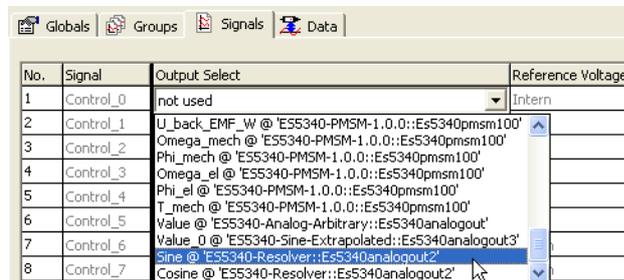
Je „ES5340-Master“ Item kann nur ein analoger Ausgangsmultiplexer konfiguriert werden.

Signalquellen des analogen Multiplexers konfigurieren

1. Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
2. Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Analog-Out-Mux“ Item und klicken Sie **OK**.
Das Item wird hinzugefügt.
3. Wechseln Sie zur Registerkarte „Signals“.
In der Spalte „Output Select“ kann jetzt für jeden der acht Ausgangspins eine Signalquelle definiert werden
4. Klicken Sie hierzu in der entsprechenden Tabellenzelle.

Als Signalquellen stehen zur Verfügung:

- Analoge Lagesensoren:

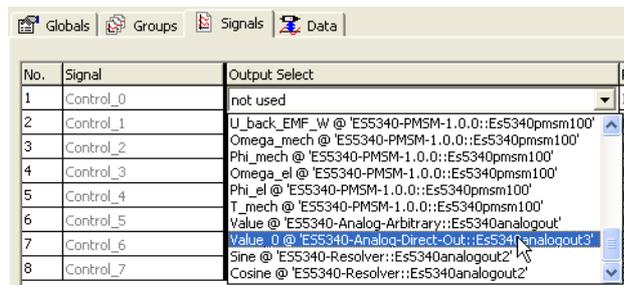


No.	Signal	Output Select	Reference Voltage
1	Control_0	not used	Intern
2	Control_1	U_back_EMF_W @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	
3	Control_2	Omega_mech @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	
4	Control_3	Phi_mech @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	
5	Control_4	Omega_el @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	
6	Control_5	Phi_el @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	
7	Control_6	T_mech @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	
8	Control_7	Value @ 'ES5340-Analog-Arbitrary::Es5340analogout'	

Hinweis

Lagesensoren vom Typ „Resolver“ können nur zu den Ausgängen 6 und 7 zugewiesen werden.

- Direkte analoge Ausgabe (Analog-Direct-Out):



No.	Signal	Output Select	Reference Voltage
1	Control_0	not used	Ir
2	Control_1	U_back_EMF_W @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	Ir
3	Control_2	Omega_mech @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	Ir
4	Control_3	Phi_mech @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	Ir
5	Control_4	Omega_el @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	Ir
6	Control_5	Phi_el @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	Ir
7	Control_6	Value @ 'ES5340-Analog-Arbitrary::Es5340analogout'	Ir
8	Control_7	Value_0 @ 'ES5340-Analog-Direct-Out::Es5340analogout3'	Ir

– Analoge Ausgabewerte aus dem FPGA- Modell:

No.	Signal	Output Select
1	Control_0	Value_0 @ 'ES5340-Analog-Direct-Out::Es5340analogout3'
2	Control_1	not used
3	Control_2	U_switch_WL @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'
4	Control_3	I_d @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'
5	Control_4	I_q @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'
6	Control_5	I_phase_U @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'
7	Control_6	I_phase_V @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'
8	Control_7	I_phase_W @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'

– Vorausberechnete analoge Ausgänge:

No.	Signal	Output Select
1	Control_0	not used
2	Control_1	U_Phase_U @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'
3	Control_2	not used
4	Control_3	U_back_EMF_W @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'
5	Control_4	Omega_mech @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'
6	Control_5	Phi_mech @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'
7	Control_6	Omega_el @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'
8	Control_7	Phi_el @ 'ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'

Spannungsreferenz und Ausgabeart konfigurieren

1. Wählen Sie in der Spalte „Reference Voltage“, ob die interne oder eine externe Referenzspannung verwendet werden soll.

No.	Signal	Reference Voltage	Output Mode
1	Control_0	Intern	Single Ended
2	Control_1	ES5340-PMSM-1.0.0::Es5340pmsm100'	Single Ended
3	Control_2	Intern	Single Ended
4	Control_3	Extern	Single Ended
5	Control_4	Intern	Single Ended
6	Control_5	Intern	Single Ended
7	Control_6	0-Resolver::Es5340analogout2'	Differential
8	Control_7	340-Resolver::Es5340analogout2'	Differential

2. Wählen Sie in der Spalte „Output Mode“, ob das Signal als „single-ended“ oder „differential“ konfiguriert werden soll.

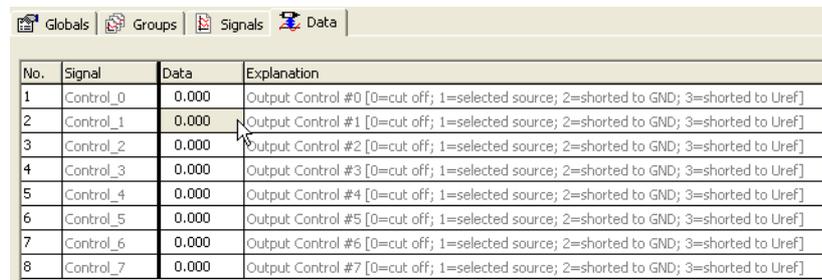
Hinweis

Lagesensoren vom Typ „Resolver“ können nur zu den Ausgängen 6 und 7 zugewiesen werden – für diese ist automatisch eine externe Referenz und differentielle Ausgabe eingestellt.

Defaultwerte festlegen

1. Wählen Sie die Registerkarte „Data“, um Defaultwerte für die Ausgänge einzustellen.

Für die Ausgangssteuerung gibt es vier verschiedene Einstellungen:



No.	Signal	Data	Explanation
1	Control_0	0.000	Output Control #0 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
2	Control_1	0.000	Output Control #1 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
3	Control_2	0.000	Output Control #2 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
4	Control_3	0.000	Output Control #3 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
5	Control_4	0.000	Output Control #4 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
6	Control_5	0.000	Output Control #5 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
7	Control_6	0.000	Output Control #6 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
8	Control_7	0.000	Output Control #7 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]

5.3.7 Ausgabe von Signalen über den digitalen Multiplexer

Zur Ausgabe der digitalen Signale muss ein Item für einen digitalen Ausgangsmultiplexer definiert werden.

Hinweis

Je „ES5340-Master“ Item kann nur ein digitaler Ausgangsmultiplexer konfiguriert werden.

Signalquellen des digitalen Multiplexers konfigurieren

1. Rechtsklicken Sie das „ES5340-Master“ Item und wählen Sie **Add Item**.
2. Wählen Sie in der Liste das „ES5340-Digital-Out-Mux“ Item und klicken Sie **OK**.

Das Item wird hinzugefügt.

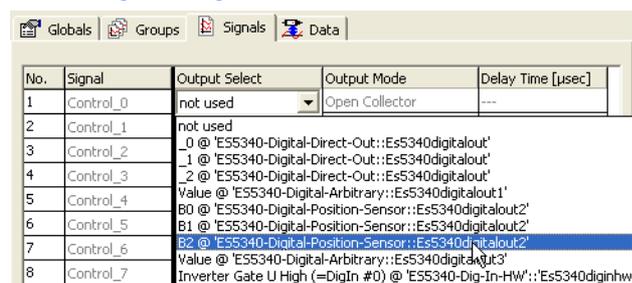
3. Wechseln Sie zur Registerkarte „Signals“.

In der Spalte „Output Select“ kann jetzt für jeden der acht Ausgangspins eine Signalquelle definiert werden

4. Klicken Sie hierzu in der entsprechenden Tabellenzelle.

Als Signalquellen stehen zur Verfügung:

- Digitale Lagesensoren



No.	Signal	Output Select	Output Mode	Delay Time [µsec]
1	Control_0	not used	Open Collector	---
2	Control_1	not used		
3	Control_2	_0 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'		
4	Control_3	_1 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'		
5	Control_4	_2 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'		
6	Control_5	Value @ 'ES5340-Digital-Arbitrary::Es5340digitalout1'		
7	Control_6	B0 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'		
8	Control_7	B1 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'		

– Direkte digitale Ausgabe (Digital-Direct-Out)

No.	Signal	Output Select	Output Mode	Delay Time [µsec]
1	Control_0	not used	Open Collector	---
2	Control_1	not used		
3	Control_2	_0 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'		
4	Control_3	_1 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'		
5	Control_4	_2 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'		
6	Control_5	Value @ 'ES5340-Digital-Arbitrary::Es5340digitalout1'		
7	Control_6	B0 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'		
8	Control_7	B1 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'		

– Digitale Abitrsignale (Digital-Arbitrary)

No.	Signal	Output Select	Output Mode	Delay Time [µsec]
1	Control_0	not used	Open Collector	---
2	Control_1	not used		
3	Control_2	_0 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'		
4	Control_3	_1 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'		
5	Control_4	_2 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'		
6	Control_5	Value @ 'ES5340-Digital-Arbitrary::Es5340digitalout1'		
7	Control_6	B0 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'		
8	Control_7	B1 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'		

– Rückspeisung der Gate-Signale

Die PWM-Signale können für diagnostische Zwecke (mit einer einstellbaren Verzögerung) „zurückgespiegelt“ werden.

No.	Signal	Output Select	Output Mode	Delay Time [µsec]
1	Control_0	not used	Open Collector	---
2	Control_1	B0 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'		
3	Control_2	B1 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'		
4	Control_3	B2 @ 'ES5340-Digital-Position-Sensor::Es5340digitalout2'		
5	Control_4	Value @ 'ES5340-Digital-Arbitrary::Es5340digitalout3'		
6	Control_5	Inverter Gate U High (=DigIn #0) @ 'ES5340-Dig-In-HW::Es5340diginhw'		
7	Control_6	Inverter Gate U Low (=DigIn #1) @ 'ES5340-Dig-In-HW::Es5340diginhw'		
8	Control_7	Inverter Gate V High (=DigIn #2) @ 'ES5340-Dig-In-HW::Es5340diginhw'		

Ausgabeart konfigurieren

1. Wählen Sie die gewünschte Ausgabeart („Open Collector“ oder „Pull-Up to +5V“)

No.	Signal	Output Select	Output Mode	Delay Time [µsec]
1	Control_0	_0 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'	Open Collector	---
2	Control_1	_1 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'	Open Collector	---
3	Control_2	_2 @ 'ES5340-Digital-Direct-Out::Es5340digitalout'	Pull-Up to +5V/Open Collector	---
4	Control_3	not used	Open Collector	---
5	Control_4	not used	Open Collector	---
6	Control_5	not used	Open Collector	---
7	Control_6	not used	Open Collector	---
8	Control_7	not used	Open Collector	---

Defaultwerte festlegen

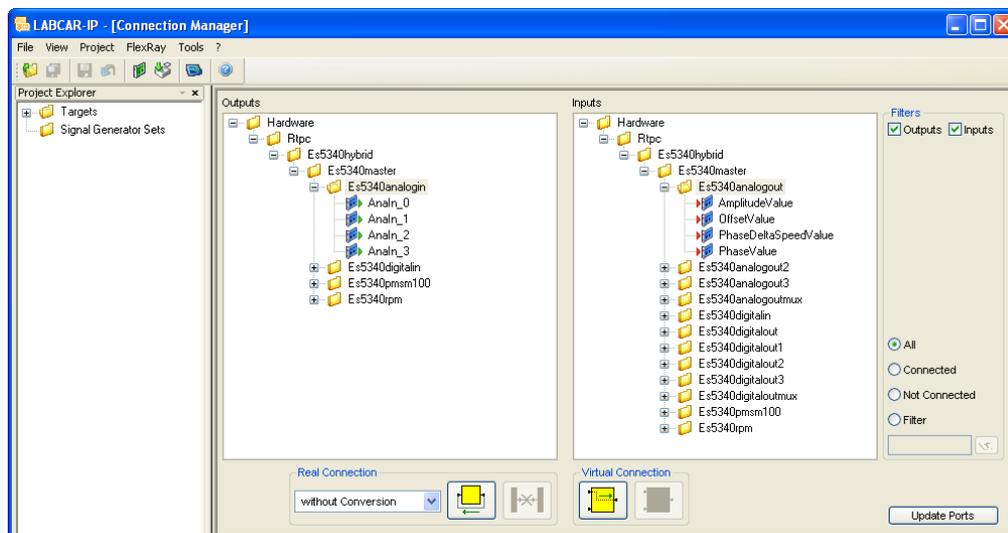
1. Wählen Sie die Registerkarte „Data“, um Defaultwerte für die Ausgänge einzustellen.
2. Für die Ausgangssteuerung gibt es vier verschiedene Einstellungen:

No.	Signal	Data	Explanation
1	Control_0	0.000	Output Control #0 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
2	Control_1	0.000	Output Control #1 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
3	Control_2	0.000	Output Control #2 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
4	Control_3	0.000	Output Control #3 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
5	Control_4	0.000	Output Control #4 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
6	Control_5	0.000	Output Control #5 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
7	Control_6	0.000	Output Control #6 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]
8	Control_7	0.000	Output Control #7 [0=cut off; 1=selected source; 2=shorted to GND; 3=shorted to Uref]

LABCAR-RTC beenden

1. Speichern Sie die Einstellungen mit **File** → **Save**.
2. Starten Sie in LABCAR-IP die Codegenerierung (**Projekt** → **Build**).

Die Ein- und Ausgänge der Hardware (und ggf. des FPGA-Modells) stehen jetzt im Connection Manager zur Verfügung.



6 **Steckerbelegung und Anzeigeelemente**

Dieses Kapitel enthält die Beschreibung der Steckanschlüsse und Anzeigeelemente des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board. Es besteht aus folgenden Abschnitten:

- „Steckerbelegung“ auf Seite 100
Hier werden alle auf der Frontplatte vorhandenen Steckanschlüsse beschrieben.
 - „Steckverbinder für die Ausgänge (ES5340.1-M und ES5340.1-S)“ auf Seite 100
 - „Steckverbinder für die Eingänge (nur ES5340.1-M)“ auf Seite 101
 - „Steckverbinder für das Winkeltaktsignal (nur ES5340.1-M)“ auf Seite 103
- „Anzeigeelemente“ auf Seite 103
Hier wird die Bedeutung der LED-Anzeige auf der Frontplatte beschrieben.

6.1 Steckerbelegung

In diesem Abschnitt wird die Belegung der Anschlüsse für die Ein- und Ausgänge der ES5340.1 beschrieben.

6.1.1 Steckverbinder für die Ausgänge (ES5340.1-M und ES5340.1-S)

Der Steckverbinder ist ein DSUB25-Verbinder (weiblich). Die Abschirmung liegt auf Frontplatten- und Gehäusepotential und damit auf Schutzterde.

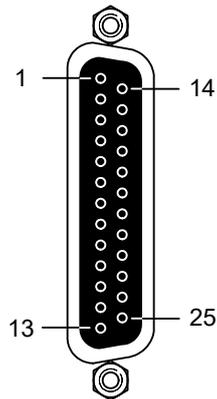


Abb. 6-1 Steckverbinder für die Ausgänge (Draufsicht)

Pin	Signal	Pin	Signal
1	Analog Output Channel 0	14	Ground Channel 0
2	External Ref. Channel 0	15	Digital Output Channel 0
3	Analog Output Channel 1	16	Ground Channel 1
4	External Ref. Channel 1	17	Digital Output Channel 1
5	Analog Output Channel 2	18	Ground Channel 2
6	External Ref. Channel 2	19	Digital Output Channel 2
7	Analog Output Channel 3	20	Ground Channel 3
8	External Ref. Channel 3	21	Digital Output Channel 3
9	Analog Output Channel 4	22	Ground Channel 4
10	External Ref. Channel 4	23	Digital Output Channel 4
11	Analog Output Channel 5	24	Ground Channel 5
12	External Ref. Channel 5	25	Digital Output Channel 5
13	n.c.		Gehäuse auf Schutzterde

Tab. 6-1 Belegung des Steckverbinders für die Ausgänge

6.1.2 Steckverbinder für die Eingänge (nur ES5340.1-M)

Der Steckverbinder ist ein DSUB62HD-Verbinder (männlich). Die Abschirmung liegt auf Schutzerde.

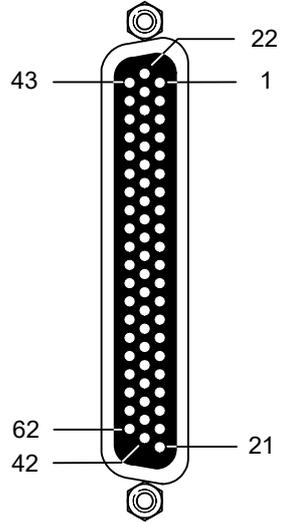


Abb. 6-2 Steckverbinder für die Eingänge (Draufsicht)

Pin	Signal	Pin	Signal	Pin	Signal
1	Analog Output Channel 6 –	22	Analog Output Channel 6 +	43	Analog Output Channel 6 AGND *
2	Digital Output Channel 6	23	Excitation + *	44	Digital Output Channel 6 AGND *
3	Analog Output Channel 7 –	24	Analog Output Channel 7 +	45	Analog Output Channel 7 AGND *
4	Digital Output Channel 7	25	Excitation – *	46	Digital Output Channel 7 AGND *
5	Digital Input Channel 0	26	Digital Input Channel 13	47	Digital Input Ground
6	Digital Input Channel 1	27	Digital Input Channel 14	48	Digital Input Ground
7	Digital Input Channel 2	28	Digital Input Channel 15	49	Digital Input Ground
8	Digital Input Channel 3	29	Digital Input Channel 16	50	Digital Input Ground
9	Digital Input Channel 4	30	Digital Input Channel 17	51	Digital Input Ground
10	Digital Input Channel 5	31	Digital Input Channel 18	52	Digital Input Ground
11	Digital Input Channel 6	32	Digital Input Channel 19	53	Digital Input Ground
12	Digital Input Channel 7	33	Digital Input Ground	54	Digital Input Ground
13	Digital Input Channel 8	34	Digital Input Ground	55	Digital Input Ground
14	Digital Input Channel 9	35	Digital Input Ground	56	Digital Input Ground
15	Digital Input Channel 10	36	Digital Input Ground	57	Digital Input Ground
16	Digital Input Channel 11	37	Digital Input Ground	58	Digital Input Ground
17	Digital Input Channel 12	38	Digital Input Ground	59	Digital Input Ground
18	Digital Input Ground	39	Analog Input Ground	60	Analog Input Ground
19	Analog Input Channel 0	40	Analog Input Channel 2	61	Analog Input Ground
20	Analog Input Channel 1	41	Analog Input Channel 3	62	Analog Input Ground
21	Analog Input Ground	42	Analog Input Ground		Gehäuse auf Schutzterde
* Siehe Hinweis auf Seite 103!					

Tab. 6-2 Belegung des Steckverbinders für die Eingänge

Hinweis

Wird ein Resolver als Drehzahlgeber eingesetzt, muss AGND von Kanal 6 mit AGND von Kanal 7 verbunden werden. Führen Sie dazu mindestens eine der beiden folgenden Verbindungen aus:

- Verbindung von Pin 43 von Kanal 6 mit Pin 45 oder Pin 46 von Kanal 7
- Verbindung von Pin 44 von Kanal 6 mit Pin 45 oder Pin 46 von Kanal 7

6.1.3 Steckverbinder für das Winkeltaktsignal (nur ES5340.1-M)

Der Steckverbinder für das Winkeltaktsignal ist ein BNC-Verbinder (weiblich).

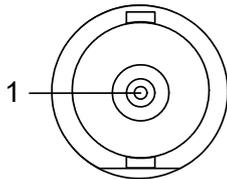


Abb. 6-3 Steckverbinder für das Winkeltaktsignal

Pin	Signal
1	„Sync“, „Clock“, „Direction“ oder „Engine Speed“ (siehe Hardwarekonfiguration in LABCAR-RTC: ES5340-Rpm Item, Registerkarte „Globals“, Option „Sync Port“)

Tab. 6-3 Belegung des Steckverbinders für das Winkeltaktsignal

6.2 Anzeigeelemente

Auf der Frontplatte des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board befindet sich eine LED zur Identifikation der Karte aus dem Web-Interface von LABCAR-RTPC.

7 **Bestellinformationen und Lieferumfang**

In diesem Kapitel finden Sie die allgemeinen Bestelldaten des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board und für optionales Zubehör.

Zudem wird die Vorgehensweise bei einer nachträglichen Bestellung des FPGA-Modells beschrieben.

7.1 **Allgemeine Bestelldaten**

Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Bestellnummer
Electric Drive Master Board (Multi I/O)	ES5340.1-M	F-00K-107-052
Optionales Zubehör:		
Electric Drive Slave Board (Multi I/O)	ES5340.1-S	F-00K-107-054
FPGA Inverter/PMSM Model for ES5340	LCM_PMSM5340	F-00K-107-259
FPGA Inverter/IM Model for ES5340	LCM_IM5340_U1	F-00K-108-251
Calibration Service for ES5340 Master	K_ES5340-M	F-00K-107-056
Calibration Service for ES5340 Slave	K_ES5340-S	F-00K-107-057

Lieferumfang ES5340.1-M	Stückzahl
ES5340.1-M Electric_Drive_Master_Board (Multi I/O)	1
Terminierungsstecker	1
Flachbandkabel kurz für Montage auf benachbarte Slots des RTPCs	1
Flachbandkabel lang für Montage auf ES5370.1	1

Lieferumfang ES5340.1-S	Stückzahl
ES5340.1-S Electric_Drive_Slave_Board (Multi I/O)	1
Terminierungsstecker	1
Flachbandkabel kurz für Montage auf benachbarte Slots des RTPCs	1
Flachbandkabel lang für Montage auf ES5370.1	1
Gigabit-Link (in 3 unterschiedliche Längen verfügbar, je nach Abstand zwischen den mit ES5340.1-M und ES5340.1-S bestückten Slots im RTPC)	1

7.2 **Separate Bestellung eines FPGA-Modells**

Für das ES5340.1 Electric Drive Simulation Board (Master) sind FPGA-basierte Modelle erhältlich. Wenn diese nicht zusammen mit der Hardware gekauft wurden, müssen Sie beim nachträglichen Erwerb eines Modells bei ETAS ein Upgrade der ES5340.1 durchführen lassen.

Nach Erhalt des Angebotes und Ihrer Bestellung müssen Sie die jeweilige ES5340.1 zusammen mit einem Reparaturauftrag an ETAS senden.

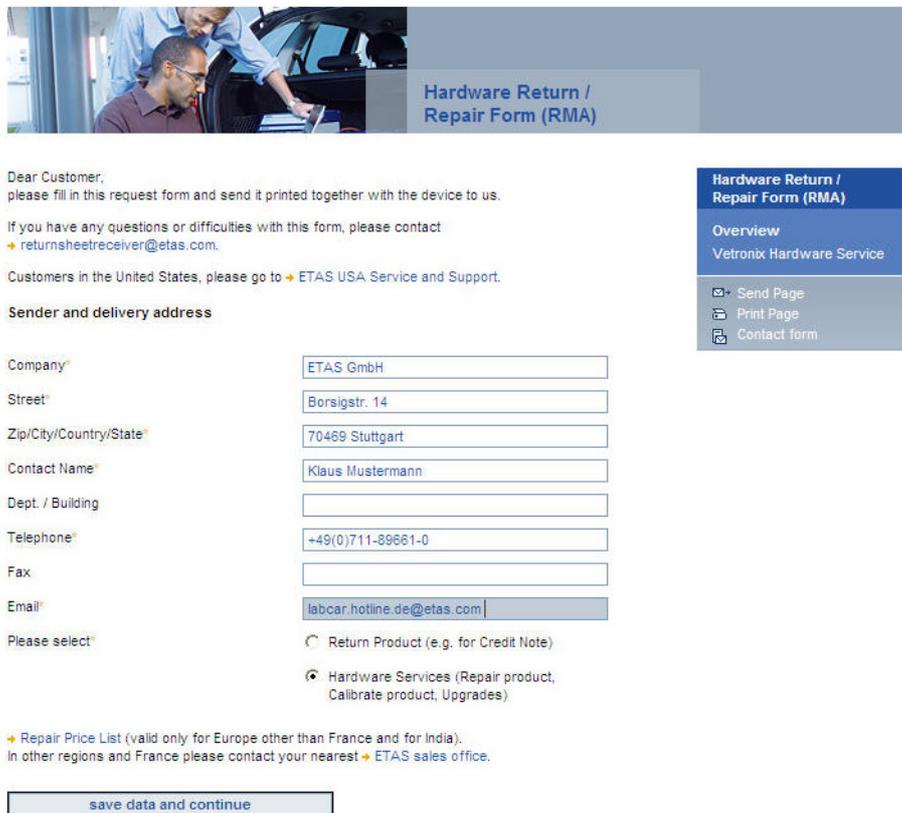
Im Folgenden wird beschrieben, wie Sie den Reparaturauftrag auf der Homepage von ETAS erstellen können.

Zur Reparaturseite navigieren

1. Gehen Sie auf die Internetseite von ETAS (www.etas.com)
2. Klicken Sie **Support Center** → **Hardware Return / Repair Form**.
Die Seite wird geöffnet.

Kontaktdaten eingeben

1. Geben Sie Ihre Daten und Adresse ein.



Dear Customer,
please fill in this request form and send it printed together with the device to us.

If you have any questions or difficulties with this form, please contact
→ returnsheetreceiver@etas.com.

Customers in the United States, please go to → [ETAS USA Service and Support](#).

Sender and delivery address

Company*

Street*

Zip/City/Country/State*

Contact Name*

Dept. / Building

Telephone*

Fax

Email*

Please select* Return Product (e.g. for Credit Note)
 Hardware Services (Repair product, Calibrate product, Upgrades)

→ [Repair Price List](#) (valid only for Europe other than France and for India).
In other regions and France please contact your nearest → [ETAS sales office](#).

Hardware Return / Repair Form (RMA)

Overview
Vetronix Hardware Service

✉ Send Page
🖨 Print Page
📄 Contact form

2. Wählen Sie **Hardware Service**.
3. Klicken Sie **save data and continue**.
Die Eingabedaten werden gespeichert und die folgende Seite geöffnet.

Auswahl des Hardwareservice

1. Wählen Sie auf der Seite „Required Hardware Service“ als Grund für die Rücksendung die Option **Upgrade (please attach an offer)**.



Required Hardware Service

Correct error	<input type="checkbox"/>
Failure at initial operation	<input type="checkbox"/>
Failure within warranty period	<input type="checkbox"/>
Recall action	<input type="checkbox"/>
Upgrade (please attach an offer)	<input checked="" type="checkbox"/>
Calibration	<input type="checkbox"/>
Other	<input type="text"/>
Your Purchase Order Number for the repair*	<input type="text" value="F-00K-107-255"/>

[save data and continue](#)

Steps for filling the request form

- Sender and delivery address
- **Required hardware service**
- Invoice address
- Delivery instructions
- Product information
- Summary of finished return form

2. Tragen Sie im Feld „Your Purchase Order Number for the repair“ die Bestellnummer des Modells (siehe „Allgemeine Bestelldaten“ auf Seite 105) ein.

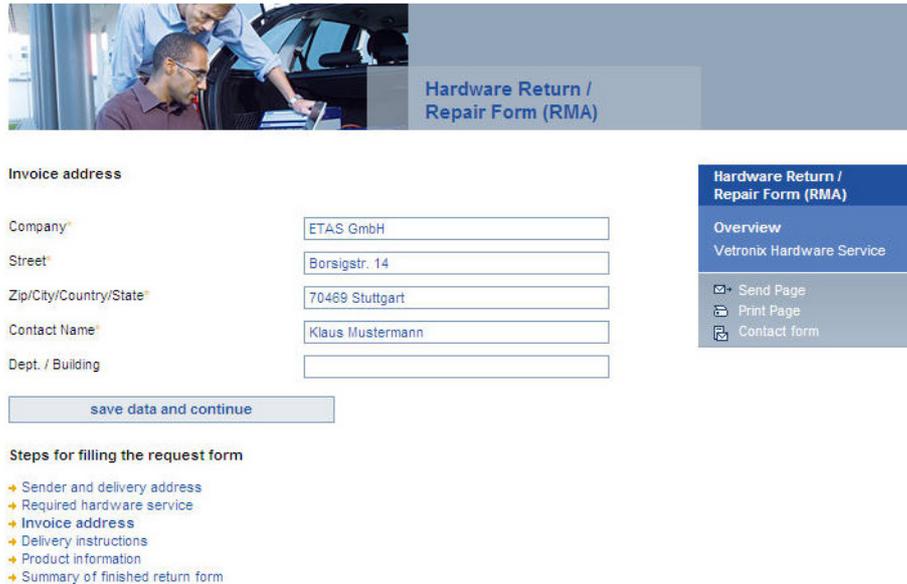
3. Klicken Sie **save date and continue**.

Die Eingabedaten werden gespeichert und die folgende Seite geöffnet.

Rechnungsadresse eingeben

1. Geben Sie auf der Seite „Invoice Adress“ Ihre Rechnungsadresse ab.

Diese sollte mit der Adresse auf Ihrem Angebot übereinstimmen.



Invoice address

Company* ETAS GmbH

Street* Borsigstr. 14

Zip/City/Country/State* 70469 Stuttgart

Contact Name* Klaus Mustermann

Dept. / Building

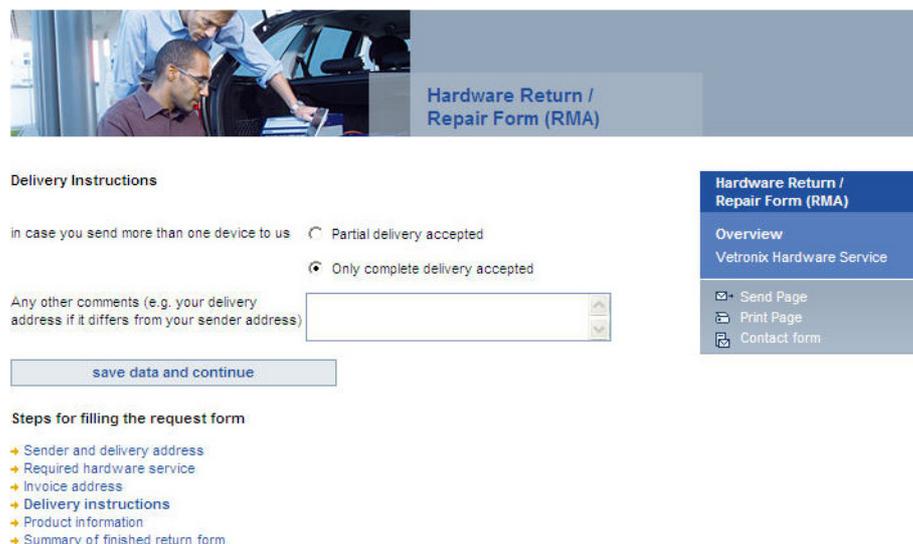
save data and continue

Steps for filling the request form

- Sender and delivery address
- Required hardware service
- **Invoice address**
- Delivery instructions
- Product information
- Summary of finished return form

Lieferart auswählen

1. Wählen Sie auf der Seite „Delivery Instructions“ die Option „Only complete delivery accepted“.



Delivery Instructions

in case you send more than one device to us Partial delivery accepted

Only complete delivery accepted

Any other comments (e.g. your delivery address if it differs from your sender address)

save data and continue

Steps for filling the request form

- Sender and delivery address
- Required hardware service
- Invoice address
- **Delivery instructions**
- Product information
- Summary of finished return form

2. Klicken Sie **save data and continue**.

Die Eingabedaten werden gespeichert und die folgende Seite geöffnet.

Produktinformation eingeben

1. Geben Sie auf der Seite „Product Information“ die folgenden Produktdaten ein:
 - Product Name (ES5340.1-M)
 - ETAS Part Number (F-00K-107-052)
 - Die Seriennummer Ihrer ES5340.1-M.

Hinweis

Die Seriennummer finden Sie auf dem Aufkleber auf der Leiterplatte.

2. Geben Sie im Feld „Failure Description“ einen Text wie „Upgrade for ES5340 with LCM_XXXX5340“ ein.



Product Information (Product Name, ETAS Mat. No., and Serial No. can be found on the device)

Product Name*	<input type="text" value="ES5340.1-M"/>
ETAS Part Number*	<input type="text" value="F-00K-107-052"/>
Serial Number*	<input type="text" value="xxxxxxxxxxxx"/>
Failure Description*	<input type="text" value="Upgrade for ES5340 with LCM_PMSM5340"/>
Environmental conditions such as temperature, software version, connected hardware devices*	<input type="text" value="none"/>

Steps for filling the request form

- Sender and delivery address
- Required hardware service
- Invoice address
- Delivery instructions
- **Product information**
- Summary of finished return form

Hardware Return / Repair Form (RMA)

Overview

Vetronix Hardware Service

✉ Send Page

🖨 Print Page

📄 Contact form

3. Klicken Sie **save date and continue**.

Die Eingabedaten werden gespeichert und die folgende Seite geöffnet.

Zusammenfassung Reparaturauftrag

1. Auf der letzten Seite wird eine Zusammenfassung des Auftrages angezeigt.



Please make sure that you filled everything correctly. After having clicked to generate your printable return form, you won't be able to edit your data any more.

→ [Click here to generate your printable return form.](#)

Sender and delivery address	
Company	ETAS GmbH
Street	Borsigstr. 14
Zip/City/Country/State	70469 Stuttgart
Contact Name	Klaus Mustermann
Telephone	0711 89661 0
Email	labcar.hotline.de@etas.com
Required hardware service	
Upgrade	
Your Purchase Order Number for the repair	F-00K-107-259
Invoice address	
Company	ETAS GmbH
Street	Borsigstr. 14
Zip/City/Country/State	70469 Stuttgart
Contact Name	Klaus Mustermann
Delivery instructions	
Only complete delivery accepted	
Product information	
Product Name	ES5340.1-M
ETAS Part Number	F-00K-107-052
Serial Number	xxxxxxxxxxxx
Failure Description	Upgrade for ES5340 with LCM_PMSM5340
Environmental conditions	none

Steps for filling the request form

- [Sender and delivery address](#)
- [Required hardware service](#)
- [Invoice address](#)
- [Delivery instructions](#)
- [Product information](#)
- [Summary of finished return form](#)

Hardware Return / Repair Form (RMA)	
Overview	
Vetronix Hardware	
✉	Send Page
🖨	Print Page
📄	Contact form

2. Überprüfen Sie die Daten noch einmal.
3. Falls nötig, wählen Sie einen Link unten auf der Seite, um die entsprechenden Änderungen einzugeben.

- Drucken Sie anschließend das Formular aus, und senden Sie es unterschrieben mit der Hardware und dem Angebot an die ETAS Reparaturabteilung (unter Angabe der RMA-Nummer).



Dear Customer, please print this form, sign it and send it together with the device to one of the following addresses:

Europe (except France): ETAS GmbH · Wareneingang · Borsigstr. 10 · D-70469 Stuttgart · Germany
France: ETAS S.A.S. · Service Réparation · 1, place des États-Unis · SILIC 307 · F-94588 Rungis Cedex · France
Asia Pacific (except China and Korea): ETAS K.K. · Customer Value Team · Queen's Tower C-17F · 2-3-5, Minatomirai, Nishi-ku · Yokohama 220-6217 · Japan
China: ETAS (Shanghai) Co. Ltd. · 2404 Bank of China Tower · 200 Yincheng Road Central · Shanghai 200120 · P.R. China
Korea: ETAS Korea Co. · Ltd. 4F · 705 Bldg. 70-5 · Yangjae-dong · Seocho-gu · Seoul 137-889 · Korea
North America: ETAS Inc. · 3021 Miller Road · Ann Arbor, MI 48103 · USA
India: Please contact your local office first before sending your devices to ETAS GmbH in Germany
 ETAS Automotive India Pvt. Ltd. · No. 690, Gold Hill Square, 12F · Hosur Road, Bommanahalli · Bangalore, 560 068 · India
Brazil: Please contact your local office first before sending your devices to ETAS GmbH in Germany
 ETAS in Brazil · Av. Jurua, 606 · Alphaville · CEP 06455-010 · Barueri · SP · Brazil

Sender and delivery address

Company	ETAS GmbH
Street	Borsigstr. 14
Zip/City/Country/State	70469 Stuttgart
Contact Name	Klaus Mustermann
Dept. / Building	
Telephone	0711 89661 0
Fax	
Email	labcar.hotline.de@etas.com

Required hardware service

Upgrade (please attach an offer)
 Your Purchase Order Number for the repair F:00K-107-259

Invoice address

Company	ETAS GmbH
Street	Borsigstr. 14
Zip/City/Country/State	70469 Stuttgart
Contact Name	Klaus Mustermann
Dept. / Building	

Delivery instructions

In case you send more than one device to us Only complete delivery accepted

Product information

Product Name	ETAS Part Number	Serial Number	Failure Description	Environmental conditions
ES5340.1-M	F-00K-107-052	xxxxxxxxxxxx	Upgrade for ES5340 with LCM_PMSM5340	none

Nach erfolgreichem Abschluss des RMA-Auftrages wird von ETAS eine Bestätigungsmail an die angegebene E-Mail-Adresse gesendet.

Von: returnsheetreceiver@etas.com
An: labcar.hotline.de@etas.com
Datum: 21.10.2010 17:06
Betreff: ETAS RMA 10_0678

Dear Customer,

this is to confirm that we received your Hardware Service Request. You requested service (repair/calibration/upgrades) for the following item(s):

- Product: ES5340.1-M
Serial Number: xxxxxxxxxxxx

If you want us to service the item(s), please send us the item(s) to be serviced together with the following documents:

- the paper copy of the RMA form you have just created
- your official purchase order

Please note that we will not be able to process your Hardware Service Request without the documents mentioned above.

Please contact us if you need our price list for repairs.

Please understand that for items sent to us without the documents mentioned above, we reserve the right of returning them at the sender's expense.

Sincerely,
ETAS GmbH
Hardware Services

8 Technische Daten und Normen

8.1 Technische Daten

Analogausgänge

Anzahl auf ES5340.1-M	8 (6x single-ended, 2x umschaltbar differentiell oder single-ended für Resolver-Sensor)
Anzahl auf ES5340.1-S	6 (single-ended)
Ausgangsspannungsbereich	-10 V ... +10 V (interne Referenz) -12 V ... +12 V (externe Referenz)
Genauigkeit	±5 mV (+23 °C/+73 °F)
Ausgangsstrom	±30 mA (typisch)
Auflösung	16 Bit
Spannungsfestigkeit	±60 V
Galvanische Trennung	Ja

Digitalausgänge

Anzahl auf ES5340.1-M	8
Anzahl auf ES5340.1-S	6
Ausgangsspannungsbereich	Open-Collector: 0...60 V Interner Pull-Up: 5 V
Ausgangsstrom	Max. ±15 mA
Anstiegszeit (0 V → 5 V)	2 µs (typisch)
Abfallzeit (5 V → 0 V)	2 µs (typisch)
Spannungsfestigkeit	±60 V
Galvanische Trennung	Ja
Max. Anzahl der SENT Signale	4
SENT Spezifikation (Version)	SAE J2716
Galvanische Gruppe SENT	Eine Gruppe mit 4 Kanälen

Analogeingänge (nur ES5340.1-M)

Anzahl	4
Spannungsbereich	0...+5 V (CH0, CH2) 0 V...40 V (CH1, CH3)
Genauigkeit	±50 mV (CH0, CH2) ±200 mV (CH1, CH3)
Auflösung	12 Bit
Impedanz	1 MΩ
Erfassungsrate	500 kSamples/s
Spannungsfestigkeit	±60 V
Galvanische Trennung	Ja

Digitaleingänge (nur ES5340.1-M)

Anzahl	20
Eingangsspannungsbereich	0...+60 V
Eingangsfrequenz	Max. 125 kHz
Auflösung	8 ns (125 MHz)
Programmierbare Schwellwerte für High/Low-Erkennung des Eingangssignals	Einstellbar zwischen +1 V...+10 V
Spannungsfestigkeit	±60 V
Galvanische Trennung	Ja

Drehgeber (nur ES5340.1-M)

Unterstützte Systeme	Resolver Digital-Encoder Sinus-Encoder frei programmierbare Wellenform
----------------------	---

Elektrische Daten

Stromaufnahme ES5340.1-M	980 mA @ +3,3 V DC 780 mA @ +12 V DC
Stromaufnahme ES5340.1-S	820 mA @ +3,3 V DC 653 mA @ +12 V DC

Spannungen / Ströme / Leistungsaufnahme

Die für das Produkt maximal zulässigen Spannungen und Ströme entsprechen der PCI-Express-Spezifikation. Um die beim Einsatz mehrerer PCI-Express-Karten erforderlichen Leistungen zu garantieren, sollte das Netzteil des RTPCs eine Mindestleistung von 400 W besitzen!

Umgebungsbedingungen

Umgebung	Nur innerhalb geschlossener und trockener Räume verwenden
Max. Verschmutzungsgrad	2
Temperatur im Betrieb	5 °C bis 40 °C (41 °F bis 104 °F)
Relative Luftfeuchte	0 bis 95% (nicht kondensierend)
Einsatzhöhe	Max. 2000 m über Meeresspiegel

Physikalische Abmessungen

ES5340.1-M:

Länge	240 mm
Höhe	115 mm
Gewicht	480 g

ES5340.1-S:

Länge	240 mm
Höhe	115 mm
Gewicht	350 g

8.2 Erfüllte Standards und Normen

Das Produkt entspricht folgenden Standards und Normen:

Norm	Prüfung
IEC 61326-1	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen (Industriebereich)
IEC 61010-1	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Das Produkt ist nur für den Einsatz in Industriebereichen nach IEC 61326-1 konzipiert. Vermeiden Sie mögliche Funkstörungen bei Einsatz des Moduls außerhalb der Industriebereiche durch zusätzliche Abschirmungsmaßnahmen!

**WARNUNG!**

Dies ist eine Einrichtung der Klasse A. Diese Einrichtung kann im Wohnbereich Funkstörungen verursachen. In diesem Fall kann vom Betreiber verlangt werden, angemessene Maßnahmen durchzuführen.

9 **ETAS Kontaktinformation**

ETAS Hauptsitz

ETAS GmbH

Borsigstraße 24

70469 Stuttgart

Deutschland

Telefon: +49 711 3423-0

Telefax: +49 711 3423-2106

WWW: www.etas.com

ETAS Regionalgesellschaften und Technischer Support

Informationen zu Ihrem lokalen Vertrieb und zu Ihrem lokalen Technischen Support bzw. den Produkt-Hotlines finden Sie im Internet:

ETAS Regionalgesellschaften WWW: www.etas.com/de/contact.php

ETAS Technischer Support WWW: www.etas.com/de/hotlines.php

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1	Komponenten und Schnittstellen der ES5340.1	8
Abb. 1-2	Ein- und Ausgänge des FPGA-Modells	9
Abb. 1-3	Frontplatte des ES5340.1 Electric Drive Simulation Board (links Master, rechts Slave)	11
Abb. 1-4	Blockdiagramm ES5340.1 Electric Drive Simulation Board: Master ES5340.1-M (oben) und Slave ES5340.1-S (unten)	12
Abb. 1-5	WEEE-Symbol	20
Abb. 2-1	Verbinden der Winkeltaktbusse zweier Karten	27
Abb. 3-1	Prinzipschaltbild der analogen Ausgänge	34
Abb. 3-2	Signale beim Resolver	35
Abb. 3-3	Prinzipschaltbild eines als „Resolver“ konfigurierten analogen Ausgangs	36
Abb. 3-4	Signale A und B des Sinus-Encoders.....	36
Abb. 3-5	FPGA-Modellsignale als Eingänge für den Analog-Multiplexer	39
Abb. 3-6	Prinzipschaltbild eines digitalen Ausgangs.....	41
Abb. 3-7	Timing bei um 120° phasenverschobenen Pulsen mit 180° Dauer	42
Abb. 3-8	Prinzipschaltbild eines digitalen Eingangs	45
Abb. 3-9	Vermessung von digitalen ECU-Ausgängen in der Konfiguration „Pull-UP“ oder „Pull-Down“ mit ES5340 zur Messung und ES5436 als Lastnachbildung. 47	
Abb. 3-10	Blockschaltbild für Konfiguration als H-Brücke mit Vermessung der Kanäle Chan_x und Chan_y durch die ES5340	48
Abb. 3-11	Sync, Clock, Direction und Engine Speed	49
Abb. 4-1	Das modellierte System.....	51
Abb. 4-2	Mess- und Stellgrößen des Wechselrichter-Steuergerätes	52
Abb. 4-3	Das modellierte System.....	61
Abb. 4-4	Parameter des Mechanik-Modells	66
Abb. 6-1	Steckverbinder für die Ausgänge (Draufsicht).....	100
Abb. 6-2	Steckverbinder für die Eingänge (Draufsicht).....	101

Abb. 6-3 Steckverbinder für das Winkeltaktsignal..... 103

Index

A

Analog Arbitrary 37
Analog Direct Out 35
Analoge Eingänge 44
 Konfiguration 44
 Spezifikation 44
Analoge Signale 34
 Analog Arbitrary 37
 Analog Direct Out 35
 Ausgangsmultiplexer 38
 Konfiguration 35
 Resolver 35
 Sine Extrapolated 37
 Sinus-Encoder 36
 Spezifikation 34
Anforderungen an den Benutzer und
 Pflichten des Betreibers 13
Anforderungen an den Betrieb 14
Anforderungen an den technischen
 Zustand des Produkts 14
Anschließen/Entfernen von Geräten
 16
Anzeigeelemente 103
Aufstellungsort 16
Ausgangsmultiplexer
 Quellen 38, 43

B

Belüftung 16
Bestimmungsgemäße Verwendung 14

Blockdiagramm 12

C

CE-Konformitätserklärung 18

D

Digital Arbitrary 42
Digital Direct Out 42
Digital Position Sensor 42
Digitale Eingänge 44
 Konfiguration 45
 Spezifikation 44
Digitale Signale 40
 Digital Arbitrary 42
 Digital Direct Out 42
 Digital Position Sensor 42
 Konfiguration 42
Dokumentation 13
Drehzahlgenerator 49

E

Eigenschaften 7
Einsatzbereich 14
Elektrosicherheit 15
ES5340.1-M (Master) 10
ES5340.1-S (Slave) 10
ETAS Kontaktinformation 117
Exclusive Core Usage 28
 Messung konfigurieren 29
 Task erstellen 28

- F**
FPGA-Modelle 51
Frontplatte 11
- G**
Gigabit Link
 Master/Slave-Verbindung 26
- H**
Hardwareanforderungen 24
- I**
IM-Modell 61
 Asynchronmotor 64
 Mechanik 66
 Wechselrichter 62
- K**
KC-Kennzeichnung 18
- L**
Lieferumfang 105
- M**
Master with Angle Adaptation 50
Master/Slave-Konfiguration 25
- P**
PCI-Express Spezifikation 25
PMSM Modell 51
PMSM-Modell
 Mechanik 59
 Synchronmaschine 57
 Wechselrichter 53
Produkt-Haftungsausschluss 13
Produktrücknahme 20
- R**
REACH 20
Recycling 20
Reinigung 17
Reparatur 17
Resolver 35
RoHS-Konformität
 China 19
 Europäische Union 18
RPM-Generator 49
- S**
Sicherheitshinweise, Kennzeichnung
 von 13
Sicherheitsvorkehrungen 13
- Sine Extrapolated 37
Sinus-Encoder 36
Standards und Normen 115
Steckerbelegung 99
 Signalausgänge 100
 Signaleingänge 101
 Winkeltaktsignal 103
Stromversorgung 15
- T**
Technische Daten 113
Transport und Einbau 16
- V**
Verwendung, bestimmungsgemäße
 13
- W**
Wartung 17
Waste Electrical and Electronic Equip-
 ment 20
WEEE-Rücknahmesystem 20
Winkeltaktsignal 49
 Master with Angle Adaptation 50
 Master/Slave-Konfiguration 27
- Z**
Zugelassene Kabel 15