FAST Application Software

Technologiemodul

Winder Tension-controlled _____

Referenzhandbuch DE

Lenze

Inhalt

1 Über diese Dokumentation 4
1.1 Dokumenthistorie 6
1.2 Verwendete Konventionen 6
1.3 Gestaltung der Sicherheitshinweise 7

2 Sicherheitshinweise 8

3 Übersicht der Funktionen des Technologiemoduls 10
3.1 Funktionsbeschreibung 10
3.2 TM-Funktionsübersicht 12
3.3 Wichtige Hinweise zum Betrieb des Technologiemoduls 13

4 Anwendungsbereiche 15

5 Funktionsbaustein L_TW2P_WinderTensionCtrlState 17
5.1 Eingänge und Ausgänge 19
5.2 Eingänge 19
5.3 Ausgänge 23
5.4 Parameter 25

6 State Machine 31

7 Signalflussplan 32
7.1 Struktur des Signalflusses 34
7.2 Struktur der Angriffspunkte 36

8 Beschreibung der Basisfunktionen 38
8.1 Handfahren (Jogging) 39
8.2 Referenzfahrt (Homing) 41
8.3 QSP Application 44
8.4 Halt 45
8.5 Absolute Positionierung 46
8.6 Relative Positionierung 48
8.7 Endlosfahrt mit definierter Geschwindigkeit 51
8.8 Abbruch und Beendigung einer Positionierung 54
8.9 Override für Geschwindigkeit 57

9 Beschreibung der Technologiefunktionen 59
9.1 Festlegung der Wickelrichtung (Aufwickeln/Abwickeln) 59
9.2 Festlegung der Materialzuführung an den Wickler 61
9.3 Leitwertquelle für die Durchmesserberechnung 63
9.4 Durchmesserberechnung 64
9.5 Durchmesser halten 66
9.6 Durchmesser über einen Sensor vorgeben 67
9.7 Materiallängenzähler 69
9.7.1 Materiallängenzähler über Eingang 'IrSetLineVel' 70
9.7.2 Materiallängenzähler über Referenzachse 'MaterialCounterAxis' 71
9.8 Tippbetrieb mit 1/d-Bewertung 72
9.9 Synchronisierung auf die Liniengeschwindigkeit 73
9.10 Zugkraftsteuerung auf Basis Drehmomentsteller 74
9.11 Drehzahlvorsteuerung 76
9.12 Zugkraftsteuerung über Kennlinienfunktion 77
9.12.1 Kennlinie für einen linearen Zugkraftverlauf (Parameter dwSelectTensCurve = 0) 78
9.12.2 Kennlinie für einen linearen Drehmomentverlauf (Parameter dwSelectTensCurve = 1) 79
9.12.3 Freidefinierbare Kennlinie mit 65 Stützstellen (Parameter dwSelectTensCurve = 2) 80

Inhalt

9.13 Durchmesserabhängige Zugkraftreduzierung ____ 81
9.14 Zugkraftregelung ____ 82
9.15 Reduzierte Reglerdynamik bei geringer Regelabweichung ____ 85
9.16 Drehzahlklammerung ____ 86
9.17 Bahnrissüberwachung ____ 88
9.18 Persistente Variablen ____ 89
9.19 Beschleunigungskompensation ____ 91
9.20 Identifikation der Massenträgheitsmomente ____ 93
9.21 Identifikation der Reibung ____ 97
9.22 Kompensation der Reibung ____ 100
9.23 Adaption der Drehzahlreglerverstärkung ____ 102
9.24 Begrenzung der Master-Liniengeschwindigkeit ____ 107
9.25 Beendigung des Wickelprozesses ____ 109

Index ____ 111

Ihre Meinung ist uns wichtig ____ 113

1 Über diese Dokumentation

Diese Dokumentation ...

- enthält ausführliche Informationen zu den Funktionalitäten des Technologiemoduls "Winder Tension-controlled (V2)";
- ordnet sich in die Handbuchsammlung "Controller-based Automation" ein. Diese besteht aus folgenden Dokumentationen:

Dokumentationstyp	Thema
Produktkatalog	Controller-based Automation (Systemübersicht, Beispieltopologien) Lenze-Controller (Produktinformationen, Technische Daten)
Systemhandbücher	Visualisierung (Systemübersicht/Beispieltopologien)
Kommunikationshandbücher **Online-Hilfen**	Bussysteme • Controller-based Automation EtherCAT® • Controller-based Automation CANopen® • Controller-based Automation PROFIBUS® • Controller-based Automation PROFINET®
Referenzhandbücher **Online-Hilfen**	Lenze-Controller: • Controller 3200 C • Controller c300 • Controller p300 • Controller p500
Software-Handbücher **Online-Hilfen**	Lenze Engineering Tools: • »PLC Designer« (Programmierung) • »Engineer« (Parametrierung, Konfigurierung, Diagnose) • »VisiWinNET® Smart« (Visualisierung) • »Backup & Restore« (Datensicherung, Wiederherstellung, Aktualisierung)

Weitere Technische Dokumentationen zu Lenze-Produkten

Weitere Informationen zu Lenze-Produkten, die in Verbindung mit der Controller-based Automation verwendbar sind, finden Sie in folgenden Dokumentationen:

Planung / Projektierung / Technische Daten	
☐	**Produktkataloge** • Controller-based Automation • Controller • Inverter Drives/Servo Drives
Montage und Verdrahtung	
🕮	**Montageanleitungen** • Controller • Kommunikationskarten (MC-xxx) • I/O-System 1000 (EPM-Sxxx) • Inverter Drives/Servo Drives • Kommunikationsmodule
☐	**Gerätehandbücher** • Inverter Drives/Servo Drives
Parametrierung / Konfigurierung / Inbetriebnahme	
☐	**Online-Hilfe / Referenzhandbücher** • Controller • Inverter Drives/Servo Drives • I/O-System 1000 (EPM-Sxxx)
☐	**Online-Hilfe / Kommunikationshandbücher** • Bussysteme • Kommunikationsmodule
Beispielapplikationen und Vorlagen	
☐	**Online-Hilfe / Software- und Referenzhandbücher** • Application Sample i700 • Application Samples 8400/9400 • FAST Application Template Lenze/PackML • FAST Technologiemodule

Symbole:

🕮 Gedruckte Dokumentation
☐ PDF-Datei / Online-Hilfe im Lenze Engineering Tool

Tipp!

Aktuelle Dokumentationen und Software-Updates zu Lenze-Produkten finden Sie im Download-Bereich unter:

www.lenze.com

Zielgruppe

Diese Dokumentation richtet sich an alle Personen, die ein Lenze-Automatisierungssystem auf Basis der Lenze FAST Application Software programmieren und in Betrieb nehmen.

1.1 Dokumenthistorie

Version			Beschreibung
4.0	04/2021	TD06	Fehlerkorrekturen & Ergänzungen
3.0	04/2020	TD17	Fehlerkorrekturen & Ergänzungen
2.0	11/2019	TD06	Fehlerkorrekturen & Ergänzungen
1.0	07/2019	TD06	Erstausgabe

1.2 Verwendete Konventionen

Diese Dokumentation verwendet folgende Konventionen zur Unterscheidung verschiedener Arten von Information:

Informationsart	Auszeichnung	Beispiele/Hinweise
Zahlenschreibweise		
Dezimaltrennzeichen	Punkt	Es wird generell der Dezimalpunkt verwendet. Zum Beispiel: 1234.56
Hexadezimalzahl	0x	Für Hexadezimalzahlen wird der Präfix "0x" verwendet. Beispiel: 0x60F4
Textauszeichnung		
Programmname	» «	»PLC Designer« ...
Variablenbezeichner	*kursiv*	Durch Setzen von *bEnable* auf TRUE ...
Funktionsbausteine	**fett**	Der Funktionsbaustein **L_MC1P_AxisBasicControl** ...
Funktionsbibliotheken		Die Funktionsbibliothek **L_TT1P_TechnologyModules** ...

Quellcode	Schriftart
	"Courier new"
		`...`
		`dwNumerator := 1;`
		`dwDenominator := 1;`
		`...`

Hyperlink	unterstrichen	Optisch hervorgehobener Verweis auf ein anderes Thema. Wird in dieser Online-Dokumentation per Mausklick aktiviert.
Symbole		
Seitenverweis	(📖 6)	Verweis auf weiterführende Informationen: Seitenzahl in PDF-Datei.
Schrittweise Anleitung		Schrittweise Anleitungen sind durch ein Piktogramm gekennzeichnet.

Variablenbezeichner

Die von Lenze verwendeten Konventionen, die für die Variablenbezeichner von Lenze Systembausteinen, Funktionsbausteinen sowie Funktionen verwendet werden, basieren auf der sogenannten "Ungarischen Notation", wodurch anhand des Bezeichners sofort auf die wichtigsten Eigenschaften (z. B. den Datentyp) der entsprechenden Variable geschlossen werden kann, z. B. *xAxisEnabled*.

1.3 Gestaltung der Sicherheitshinweise

⚠GEFAHR!

Kennzeichnet eine außergewöhnlich große Gefahrensituation. Wird dieser Hinweis nicht beachtet, kommt es zu schweren irreversiblen Verletzungen oder zum Tod.

⚠WARNUNG!

Kennzeichnet eine außergewöhnlich große Gefahrensituation. Wird dieser Hinweis nicht beachtet, kann es zu schweren irreversiblen oder tödlichen Verletzungen kommen.

⚠VORSICHT!

Kennzeichnet eine Gefahrensituation. Wird dieser Hinweis nicht beachtet, kann es zu leichten oder mittleren Verletzungen kommen.

HINWEIS

Kennzeichnet Sachgefahren. Wird dieser Hinweis nicht beachtet, kann es zu Sachschäden kommen.

Anwendungshinweise

Piktogramm	Signalwort	Bedeutung
	Tipp!	Nützlicher Tipp zur einfachen Bedienung
		Verweis auf andere Dokumentation

2 Sicherheitshinweise

Beachten Sie die Sicherheitshinweise in dieser Dokumentation, wenn Sie ein Automatisierungssystem oder eine Anlage mit einem Lenze-Controller in Betrieb nehmen möchten.

Die Gerätedokumentation enthält Sicherheitshinweise, die Sie beachten müssen!

Lesen Sie die mitgelieferten und zugehörigen Dokumentationen der jeweiligen Komponenten des Automatisierungssystems sorgfältig durch, bevor Sie mit der Inbetriebnahme des Controllers und der angeschlossenen Geräte beginnen.

⚠ GEFAHR!

Hohe elektrische Spannung

Personenschäden durch gefährliche elektrische Spannung

Mögliche Folgen

Tod oder schwere Verletzungen

Schutzmaßnahmen

Die Spannungsversorgung ausschalten, bevor Arbeiten an den Komponenten des Automatisierungssystems durchgeführt werden.

Nach dem Ausschalten der Spannungsversorgung spannungsführende Geräteteile und Leistungsanschlüsse nicht sofort berühren, weil Kondensatoren aufgeladen sein können.

Die entsprechenden Hinweisschilder auf dem Gerät beachten.

⚠ GEFAHR!

Personenschäden

Verletzungsgefahr besteht durch ...

- nicht vorhersehbare Motorbewegungen (z. B. ungewollte Drehrichtung, zu hohe Geschwindigkeit oder ruckhafter Lauf);
- unzulässige Betriebszustände bei der Parametrierung, während eine Online-Verbindung zum Gerät besteht.

Mögliche Folgen

Tod oder schwere Verletzungen

Schutzmaßnahmen

- Anlagen mit eingebauten Umrichtern ggf. mit zusätzlichen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen nach den jeweils gültigen Sicherheitsbestimmungen ausrüsten (z. B. Gesetz über technische Arbeitsmittel, Unfallverhütungsvorschriften).
- Während der Inbetriebnahme einen ausreichenden Sicherheitsabstand zum Motor oder den vom Motor angetriebenen Maschinenteilen einhalten.

HINWEIS

Beschädigung oder Zerstörung von Maschinenteilen

Beschädigung oder Zerstörung von Maschinenteilen besteht durch ...

- Kurzschluss oder statische Entladungen (ESD);
- nicht vorhersehbare Motorbewegungen (z. B. ungewollte Drehrichtung, zu hohe Geschwindigkeit oder ruckhafter Lauf);
- unzulässige Betriebszustände bei der Parametrierung, während eine Online-Verbindung zum Gerät besteht.

Schutzmaßnahmen

- Vor allen Arbeiten an den Komponenten des Automatisierungssystems immer die Spannungsversorgung ausschalten.
- Elektronische Bauelemente und Kontakte nur berühren, wenn zuvor ESD-Maßnahmen getroffen wurden.
- Anlagen mit eingebauten Umrichtern ggf. mit zusätzlichen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen nach den jeweils gültigen Sicherheitsbestimmungen ausrüsten (z. B. Gesetz über technische Arbeitsmittel, Unfallverhütungsvorschriften).

3 Übersicht der Funktionen des Technologiemoduls

3.1 Funktionsbeschreibung

Varianten von Wickelantrieben

Wickelantriebe sind in vielen technologischen Prozessen ein wesentlicher Bestandteil einer Gesamtanlage. In Abhängigkeit von Material und Wickelprozess kommen unterschiedliche Steuer- und Regelverfahren zum Einsatz:

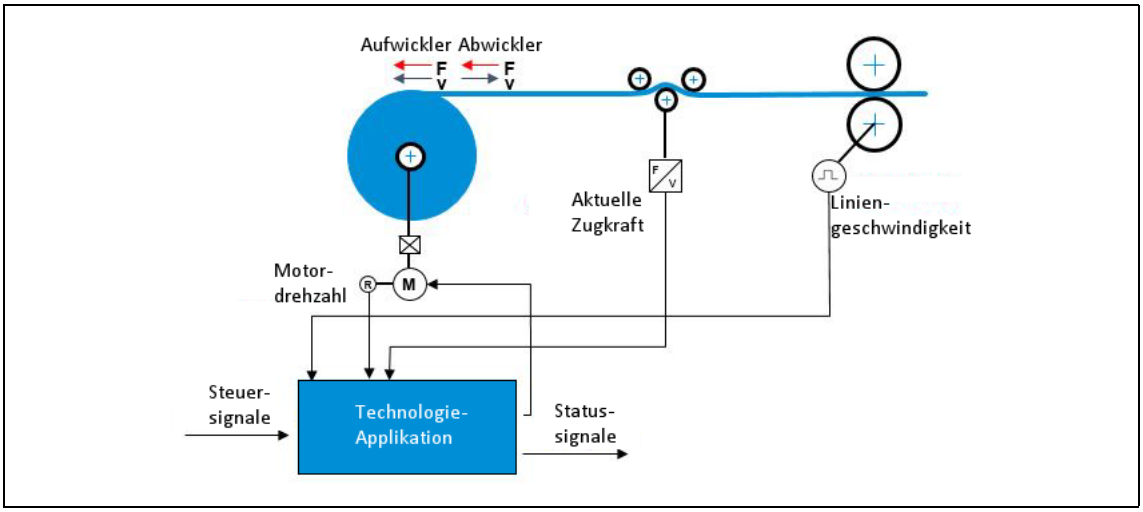
- Tänzerlageregelung
- Zugkraftsteuerung
- Zugkraftregelung

Kurzbeschreibung

Mit diesem Technologiemodul kann ein zugkraftgesteuerter/-geregelter Wickelantrieb projektiert werden.

Das Material wird von einer im Zentrum angetriebenen Wickelwelle auf- oder abgewickelt. Dabei bestimmt das Drehmoment des Wickelmotors indirekt die Zugkraft am Material. Die Drehzahl des Wicklers ändert sich umgekehrt proportional zum Durchmesser (n ~ 1/d); das Drehmoment nimmt mit dem Durchmesser proportional zu (M ~ d).

Die Geschwindigkeit im Maschinenmodul wird nicht vom Wickler bestimmt. Das Material muss einen Festpunkt haben, damit über den Wickler ein Bahnzug aufgebaut werden kann.



[3-1] Aufbau eines zugkraftgeregelten Wicklers

Wenn bei Wicklern die aktuelle Zugkraft am Material erfasst und rückgeführt wird, handelt es sich um ein geregeltes System. Dabei wird die aktuelle Zugkraft als additiv wirkender Korrekturwert zurückgeführt.

Zudem kann der Reibungsverlauf (in Abhängigkeit der Wicklerdrehzahl) identifiziert werden und für die Kompensation der Reibung verwendet werden.

Für die Beschleunigungskompensation bietet die "State" Variante ergänzend die Möglichkeit, das Massenträgheitsmoment der Wicklerachse zu identifizieren und für die Parametrierung des Technologiemoduls zu verwenden. Zudem ist eine Adaption der Drehzahlreglerverstärkung, in Abhängigkeit des aktuellen Massenträgheitsmoments, im laufenden Betrieb ausführbar.

Drehzahlregelung

Eine überlagerte Drehzahlregelung greift nur im Falle eines Bahnrisses, um die Drehzahl des Antriebs zu begrenzen. Damit im Normalbetrieb das Solldrehmoment nicht durch die Drehzahlbegrenzung beeinflusst wird, muss zum Drehzahlsollwert, der aus der aktuellen Liniengeschwindigkeit und dem aktuellen Durchmesser berechnet wird, ein Geschwindigkeits-Offset addiert werden. Der Drehmomentsollwert setzt sich zusammen aus dem Zugkraftsollwert multipliziert mit dem aktuellen Radius, dem Korrektursignal zur Kompensation der mechanischen Reibung und dem Korrektursignal zur Kompensation des Beschleunigungsmomentes.

Zugkraftregelung

Für ein gutes Wickelergebnis darf die Reibungs- und Beschleunigungskompensation das kleinste Lastmoment nicht wesentlich überschreiten. Sind trotz Reibungs- und Beschleunigungskompensation zu große Zugkraftabweichungen zu erwarten oder feststellbar, kann über eine Zugkrafterfassung und -regelung der Zugkraftsollwert entsprechend korrigiert werden.

3.2 TM-Funktionsübersicht

Neben den Funktionen zur Bedienung des Funktionsbausteins **L_MC1P_AxisBasicControlV2** bietet das Technologiemodul folgende Funktionalitäten:

Funktionalität
Basic Motion (V2):
Handfahren (Jogging) (📖 39)
Referenzfahrt (Homing) (📖 41)
OSP Application (📖 44)
Halt (📖 45)
Absolute Positionierung (📖 46)
Relative Positionierung (📖 48)
Endlosfahrt mit definierter Geschwindigkeit (📖 51)
Abbruch und Beendigung einer Positionierung (📖 54)
Override für Geschwindigkeit (📖 57)
Winder Tension-controlled (V2):
Festlegung der Wickelrichtung (Aufwickeln/Abwickeln) (📖 59)
Automatische Erkennung der Wickelrichtung (📖 60)
Leitwertquelle für die Durchmesserberechnung (📖 63)
Drehzahlvorsteuerung (📖 76)
Durchmesserberechnung (📖 64)
Durchmesser halten (📖 66)
Durchmesser über einen Sensor vorgeben (📖 67)
Materiallängenzähler (📖 69)
Zugkraftsteuerung über Kennlinienfunktion (📖 77)
Reduzierte Reglerdynamik bei geringer Regelabweichung (📖 85)
Bahnrissüberwachung (📖 88)
Persistente Variablen (📖 89)
Beschleunigungskompensation (📖 91)
Identifikation der Massenträgheitsmomente (📖 93)
Identifikation der Reibung (📖 97)
Kompensation der Reibung (📖 100)
Adaption der Drehzahlreglerverstärkung (📖 102)
Begrenzung der Master-Liniengeschwindigkeit (📖 107)
Beendigung des Wickelprozesses (📖 109)

»PLC Designer« Online-Hilfe

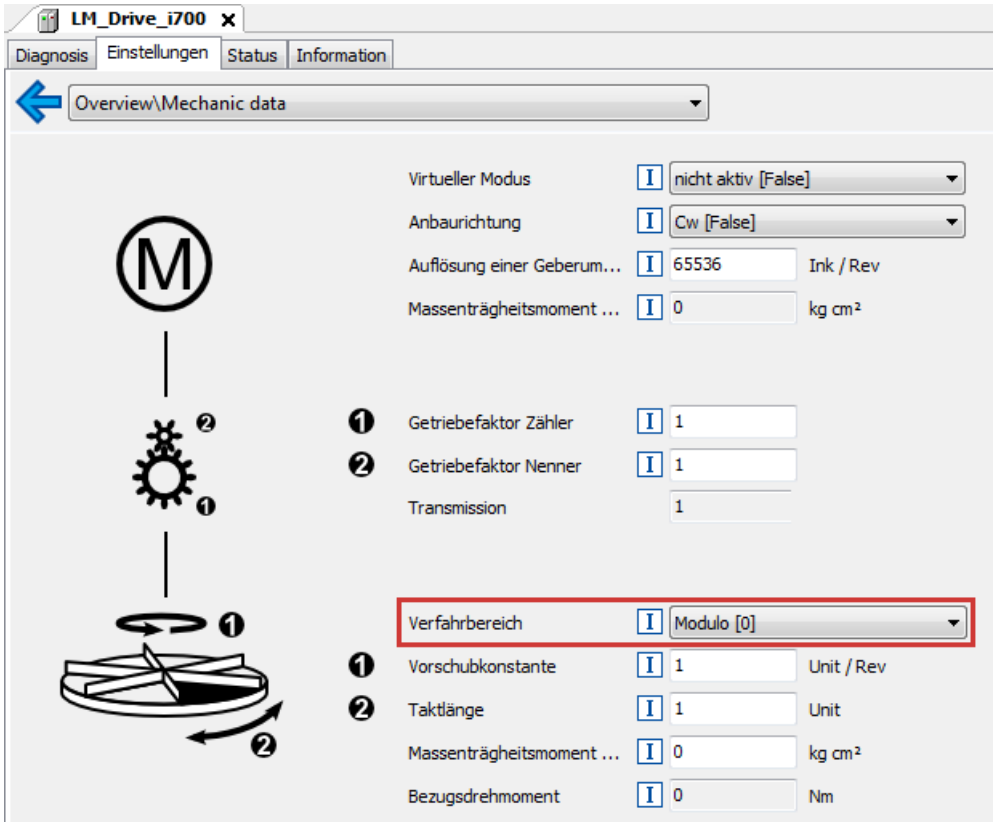
Hier finden Sie ausführliche Informationen zum Funktionsbaustein **L_MC1P_AxisBasicControlV2**.

3.3 Wichtige Hinweise zum Betrieb des Technologiemoduls

Das Technologiemodul ...

- unterstützt nicht den Simulationsmodus im »PLC Designer«;
- unterstützt keine virtuellen Achsen;
- unterstüzt nur den Verfahrbereich Modulo.

Stellen Sie im »PLC Designer« für jede Achse unter der Registerkarte **Einstellungen** folgende Parameter ein:



Beachten Sie, dass die Geschwindigkeit der Linie in der Einheit [mm/s] vorgegeben wird.

Einstellung des Betriebsmodus

Der Betriebsmodus (Mode of Operation) für die Wicklerachse wird über das Technologiemodul vorgegeben. Der Wechsel zwischen "zyklisch synchroner Position (csp)", "zyklisch synchroner Geschwindigkeit (csv)" und "zyklisch synchronem Drehmoment (cst)" erfolgt dabei intern abhängig vom aktiven Status des Moduls.

Anlauf der Achsen

Der Anlauf der Achsen nach gesperrtem Regler hängt von der beauftragten Bewegungsart ab.

Unterschieden wird zwischen der Bewegungsart mit pegelaktivierter Funktion und der Bewegungsart mit flankenaktivierter Funktion.

- Die Bewegungsart mit pegelaktivierter Funktion wird bei Reglerfreigabe automatisch aktiv, solange keine höherpriore Funktion aktiv ist. Zu dieser Bewegungsart gehören
  - Handfahren (Jogging) (📖 39)
  - QSP Application (📖 44)
- Die Bewegungsart mit flankenaktivierter Funktion muss nach Reglerfreigabe mit einer FALSE↗TRUE-Flanke aktiviert werden. Zu dieser Bewegungsart gehört
  - Referenzfahrt (Homing) (📖 41)

Beispiel zu einer Bewegungsart mit pegelaktivierter Funktion: Handfahren (Jogging)

1. Im gesperrten Achszustand wird der Eingang *xJogPos* = TRUE gesetzt.
   - Eingang *xEnableOperation* = FALSE (Achse ist gesperrt.)
     ==> Zustand "STANDBY" (Ausgang *xOperationEnabled* = FALSE)
   - Eingang *xJogPos* = TRUE (Handfahren soll ausgeführt werden.)
2. Achse freigeben.
   - Eingang *xEnableOperation* = TRUE
     ==> Zustand "JOGGING" (*xOperationEnabled* = TRUE)

Beispiel zu einer Bewegungsart mit flankenaktivierter Funktion: Referenzfahrt (Homing)

1. Im gesperrten Achzustand wird der Eingang *xHomeExecute* = TRUE gesetzt.
   - Eingang *xEnableOperation* = FALSE (Achse ist gersperrt.)
     ==> Zustand "STANDBY" (Ausgang *xOperationEnabled* = FALSE)
   - Eingang *xHomeExecute* = TRUE (Referenzierung soll ausgeführt werden.)
2. Achse freigeben.
   - Eingang *xEnableOperation* = TRUE
     ==> Zustand "STANDBY" (Ausgang *xOperationEnabled* = TRUE)
3. Referenzierung ausführen.
   - Eingang *xHomeExecute* = FALSE↗TRUE
     ==> Zustand "HOMING"

4 Anwendungsbereiche

Bei den Wickelverfahren der drehmomentgesteuerten Zentrumswickler, das diesem Technologiemodul zugrunde liegt, erfolgt eine indirekte Zugkraftsteuerung über das variable Motor-Antriebsdrehmoment.

Wir unterscheiden:

1. Zugkraftsteuerung - Drehmomentgeregeltes Verfahren
   Bei zugkraftgesteuerten Wicklern wird der Antrieb in das "Drehmomentgeregelte Verfahren" geschaltet und erhält das Solldrehmoment, das vom resultierenden Vorsteuerwert bestimmt wird. Die Vorsteuerung setzt sich aus dem Zugkraftsollwert, der Reibungskompensation und der Beschleunigungskompensation zusammen. Da kein Zugkraftregler aktiv ist, werden auch keine Messwerte aus der Bahnzugerfassung benötigt. Damit kann auf teure und aufwendige Sensorik zur Bahnzugerfassung verzichtet werden.
   Typische Anwendungen finden sich bei kostengünstigen Wicklern unempfindlicher Materialien mit geringer Elastizität und mittleren Anlagengeschwindigkeiten wie:
   - Coil-Wickler in der metallverarbeitenden Industrie
   - Kabelwickler
   - Randstreifenwickler
   - Abwickler in der Verpackungsindutrie
2. Zugkraftregelung (M) - Drehmomentgeregeltes Verfahren
   Dieses Verfahren hat zusätzlich zu 1. einen Zugkraftregler. Der Zugkraftregler ist auf die Messung des Zugkraftistwerts angewiesen. Der Zugkraftistwert wird über einen Sensor in der Materialbahn erfasst und über die Zugkraftregelung ausgeregelt. Die Vorsteuerung setzt sich aus dem Zugkraftsollwert, der Reibungskompensation und der Beschleunigungskompensation zusammen.
   Typische Anwendungen finden sich beim Wickeln unempfindlicher Materialien mit geringer Elastizität und mittleren Anlagengeschwindigkeiten wie:
   - Folien
   - Verbundmaterialien
   - Papier
   - Etikettenmaterial
3. Zugkraftregelung (n) - Drehzahlgeregeltes Verfahren
   Bei zugkraftgeregelten Wicklern wird der Antrieb in das "Drehzahlgeregelte Verfahren" geschaltet. Der Antrieb wird über die Solldrehzahl, die sich aus der Drehzahlvorsteuerung und der Stellgröße des Zugkraftreglers zusammensetzt, betrieben. Der Zugkraftregler erfordert zwingend eine Zugkrafterfassung. Der Zugkraftistwert wird über einen Sensor in der Materialbahn erfasst und über die Zugkraftregelung ausgeregelt. Die Drehzahlvorsteuerung wird aus der Liniengeschwindigkeit bestimmt. Die Drehmomentvorsteuerung setzt sich aus dem Zugkraftsollwert und der Beschleunigungskompensation zusammen.
   Die Zugkraftregelung (n) im drehzahlgeregelten Verfahren bietet einen entscheidenden Vorteil: Es gibt keinen direkten Einfluss durch die Reibung und somit wird der Einfluss der Beschleunigung deutlich geringer.
   Der Nachteil des Verfahrens ist, dass das Massenträgheitsverhältnis für stabile Drehzahlregelung beachtet werden muss.
   Weiterhin ist es empfehlenswert, auch einen Durchmessersensor für den korrekten Startdurchmesser zu verwenden, wenn kein eindeutiger Startdurchmesser nach einem Rollenwechsel vorhanden ist.
   Die Zugkraftregelung (n) wird eingesetzt, wenn hohe Anforderungen an Zugkraftgüte und Zugkraftverlauf vorliegen oder wenn nicht bestimmbare Störgrößen wie Reibung auf den Wickler wirken.

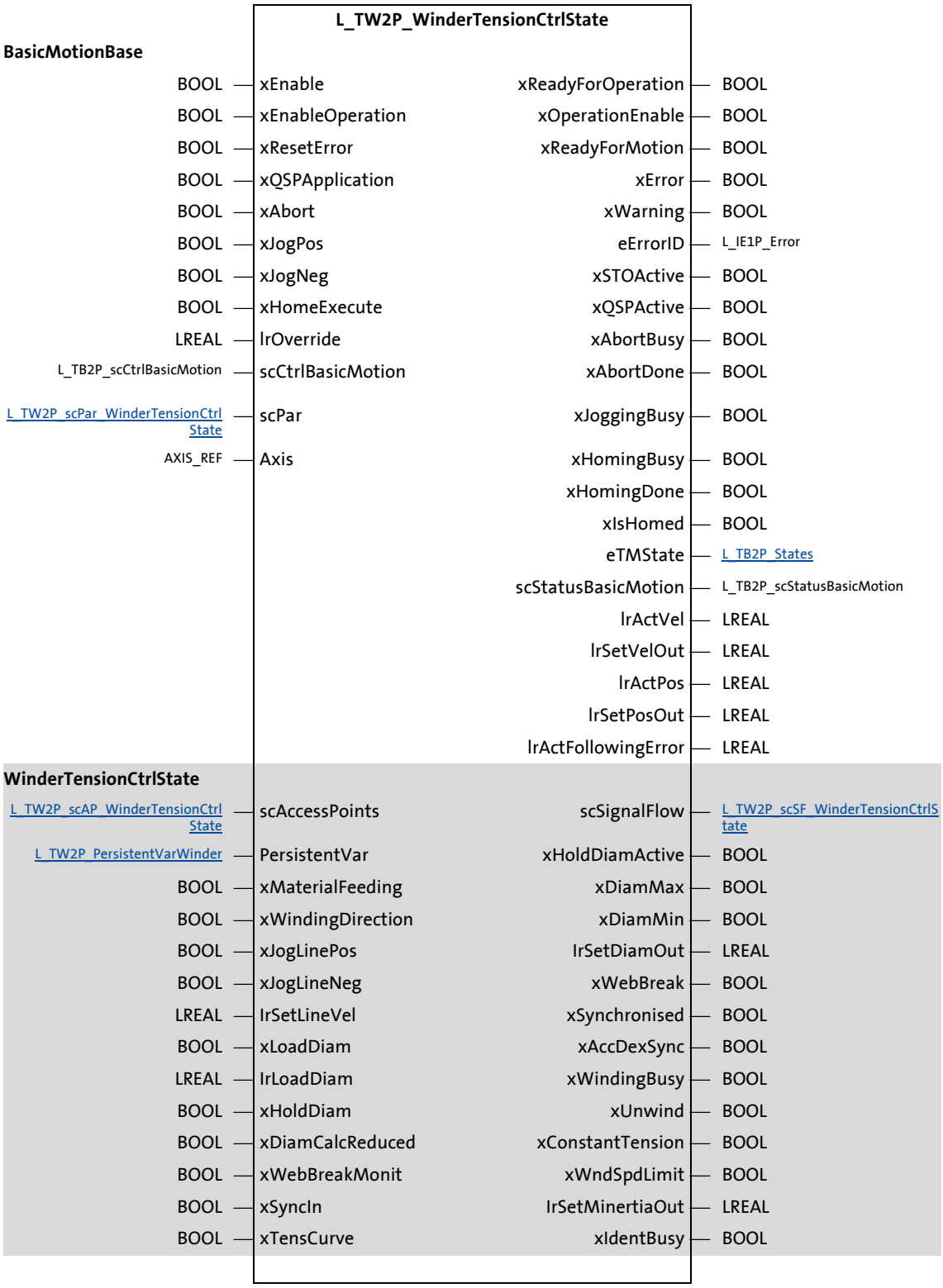
Typische Anwendungen finden sich beim Wickeln unempfindlicher Materialien mit geringer bis hoher Elastizität und mittleren Anlagengeschwindigkeiten wie:

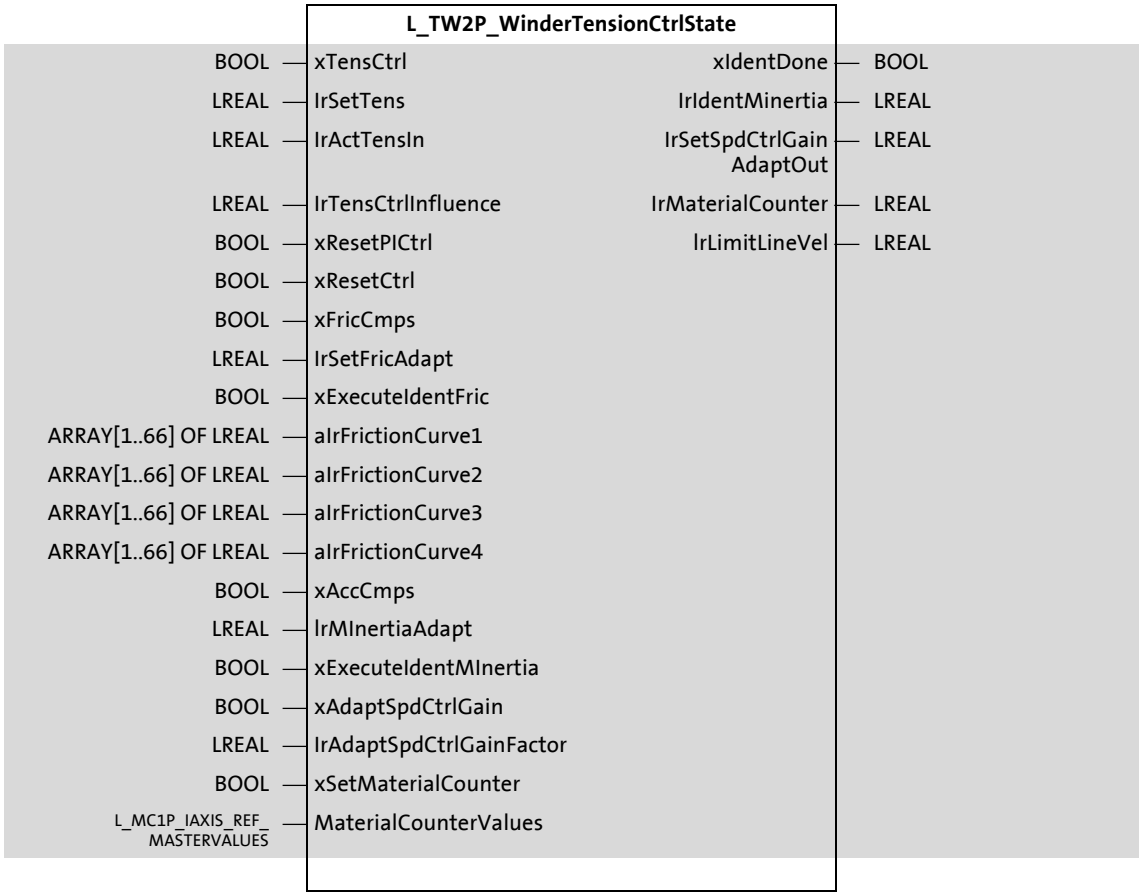
- Folien
- Verbundmaterialien
- Papier
- Etikettenmaterial

5 Funktionsbaustein L_TW2P_WinderTensionCtrlState

Die Abbildung zeigt die Zugehörigkeit der Ein- und Ausgänge des Funktionsbausteins.
Die zusätzlichen Ein- und Ausgänge der Variante "State" sind schattiert dargestellt.

▸ L_TW2P_scSF_WinderTensionCtrlState (📖 34)




L_TW2P_WinderTensionCtrlState
BOOL xTensCtrl
LREAL lrSetTens
LREAL lrActTensIn
LREAL lrTensCtrlInfluence
BOOL xResetPICtrl
BOOL xResetCtrl
BOOL xFricCmps
LREAL lrSetFricAdapt
BOOL xExecuteIdentFric
ARRAY[1..66] OF LREAL aIrFrictionCurve1
ARRAY[1..66] OF LREAL aIrFrictionCurve2
ARRAY[1..66] OF LREAL aIrFrictionCurve3
ARRAY[1..66] OF LREAL aIrFrictionCurve4
BOOL xAccCmps
LREAL lrMInertiaAdapt
BOOL xExecuteIdentMInertia
BOOL xAdaptSpdCtrlGain
LREAL lrAdaptSpdCtrlGainFactor
BOOL xSetMaterialCounter
L_MC1P_IAXIS_REF_MASTERVALUES MaterialCounterValues
xIdentDone BOOL
lrIdentMinertia LREAL
lrSetSpdCtrlGainAdaptOut LREAL
lrMaterialCounter LREAL
lrLimitLineVel LREAL

5.1 Eingänge und Ausgänge

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
PersistentVar L_TW2P_PersistentVarWinder	Referenz auf persistente Variablen (📖 90)

5.2 Eingänge

Bezeichner Datentyp		Beschreibung
xEnable BOOL	Ausführung des Funktionsbausteins	
	TRUE	Der Funktionsbaustein wird ausgeführt.
	FALSE	Der Funktionsbaustein wird nicht ausgeführt.
xEnableOperation BOOL	TRUE	Die Achse wird betriebsbereit geschaltet. Die Reglerfreigabe wird erteilt.
xResetError BOOL	Der Eingang ist flankengesteuert und wertet die steigende Flanke aus.	
	FALSE↗ TRUE	Fehler der Achse oder der Software zurücksetzen.
xQSPApplication BOOL	Der Eingang ist pegelgesteuert und wertet den High-Pegel aus.	
	TRUE	Aktive Bewegung wird abgebrochen und Achse wird über die QSP Application (📖 44) Stopprampe in den Stillstand geführt. • Ein Wechsel in den Zustand "STOP" erfolgt. • Das Technologiemodul bleibt im Zustand "STOP", solange *xQSPApplication* = TRUE gesetzt ist.
xAbort BOOL	TRUE	Aktive Bewegung wird abgebrochen und Achse wird über über die aktive Profilverzögerung in den Stillstand geführt. • Ein Wechsel in den Zustand "STOP" erfolgt. Die Verzögerungsrampe kann durch eine Beauftragung einer neuen Bewegung (z. B. *xMoveVelExecute*) abgebrochen werden.
xJogPos BOOL	Der Eingang ist pegelgesteuert und wertet den High-Pegel aus.	
	TRUE	Achse in positive Richtung fahren (Handfahren). Ist *xJogNeg* auch TRUE, wird über den Ausgang *eErrorID* die Fehlermeldung "InvalidInputJogPosJogNeg" ausgegeben und die Achse stoppt.
xJogNeg BOOL	Der Eingang ist pegelgesteuert und wertet den High-Pegel aus.	
	TRUE	Achse in negative Richtung fahren (Handfahren). Ist *xJogPos* auch TRUE, wird über den Ausgang *eErrorID* die Fehlermeldung "InvalidInputJogPosJogNeg" ausgegeben und die Achse stoppt.
xHomeExecute BOOL	Der Eingang ist flankengesteuert und wertet die steigende Flanke aus.	
	FALSE↗ TRUE	Referenzierung starten. Der Abbruch der Funktion erfolgt über den Eingang *xHalt*.
lrOverride LREAL	Mit dem Faktor *lrOverride* wird die vorgegebene Sollgeschwindigkeit multipliziert (z. B. ein Override-Wert von 0.5 erzeugt die Hälfte der Sollgeschwindigkeit) • Wertebereich: 0 ... 1.0 • Initialwert: 1.0 **Hinweis:** Die Übernahme des Wertes ist unabhängig vom Status in *xContinuousUpdate*.	
scCtrlBasicMotion L_TB2P_scCtrlBasicMotion	Struktureingang zur Ansteuerung von Basic-Motion-Funktionen Siehe Dokumentation zum Technologiemodul "Basic Motion (V2)".	
scPar L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState	Die Parameterstruktur enthält die Parameter des Technologiemoduls.	

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
Axis AXIS_REF	Referenz auf die Achse	
scAccessPoints L_TW2P_scAP_WinderTensionCtrlState	Struktur der Angriffspunkte Über die Angriffspunkte können der Signalfluss oder Funktionen des Technologiemodules beeinflusst werden.	
xMaterialFeeding BOOL	Materialführung von oben oder unten an den Wickelballen • Initialwert: FALSE ⚠**WARNUNG!** **Personenschäden** Verletzungsgefahr besteht durch Änderung der Einstellung am Eingang *xMaterialFeeding* während einer Bewegung. Dies kann zu einem Drehzahlsprung der Wicklerachse führen. **Mögliche Folgen** Tod oder schwere Verletzungen **Schutzmaßnahmen** Die Einstellung des Eingangs *xMaterialFeeding* nur ändern, wenn das Technologiemodul nicht ausgeführt wird und der Umrichter gesperrt ist: • Eingang *xEnable* = FALSE • Eingang *xEnableOperation* = FALSE	
	TRUE	Materialführung von oben
	FALSE	Materialführung von unten
xWindingDirection BOOL	Funktion des Wicklers bei positiver Liniengeschwindigkeit (*lrSetLineVel* > 0) • Initialwert: FALSE ⚠**WARNUNG!** **Personenschäden** Verletzungsgefahr besteht durch Änderung der Einstellung am Eingang *xWindingDirection* während einer Bewegung. Dies kann zu einem Drehzahlsprung der Wicklerachse führen. **Mögliche Folgen** Tod oder schwere Verletzungen **Schutzmaßnahmen** Die Einstellung des Eingangs *xWindingDirection* nur ändern, wenn das Technologiemodul nicht ausgeführt wird und der Umrichter gesperrt ist: • Eingang *xEnable* = FALSE • Eingang *xEnableOperation* = FALSE	
	TRUE	Abwickler
	FALSE	Aufwickler
xWindingDirectionStandstill BOOL	Optionale Möglichkeit zur Bestimmung der Wickelrichtung im Stillstand.	
	TRUE	Abwickler (Die Reibung wird zugkraft-verringernd berücksichtigt)
	FALSE	Aufwickler (Die Reibung wird zugkraft-erhöhend berücksichtigt)
xJogLinePos BOOL	TRUE	Achse in positive Materialflussrichtung fahren (Handfahren). Die Bahnparameter (Geschwindigkeit, Beschleunigung und Verzögerung) beziehen sich auf die Umfangsgeschwindigkeit des Wickelballens.
xJogLineNeg BOOL	TRUE	Achse in negative Materialflussrichtung fahren (Handfahren). Die Bahnparameter (Geschwindigkeit, Beschleunigung und Verzögerung) beziehen sich auf die Umfangsgeschwindigkeit des Wickelballens.
lrSetLineVel LREAL	Aktuelle Liniengeschwindigkeit als Sollwert für den Wickler • Einheit: mm/s	
xLoadDiam BOOL	TRUE	Den (Start-)Durchmesser aus dem Eingang *lrLoadDiam* laden. • Initialwert: FALSE

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
lrLoadDiam LREAL	Vorgabe eines (Start-)Durchmessers Der Durchmesser wird zyklisch geladen wenn der Eingang *xLoadDiam*cTRUE gesetzt ist. • Einheit: mm • Initialwert: 0	
xHoldDiam BOOL	Aktuellen Durchmesser halten Initialwert: FALSE	
	TRUE	Der aktuelle Durchmesser wird gehalten.
	FALSE	Der aktuelle Durchmesser wird nicht gehalten.
xDiamCalcReduced BOOL	Modus-Umschaltung der Durchmesserberechnung zwischen langer/kurzer Distanz • Initialwert: FALSE	
	TRUE	Durchmesser wird nach kurzer Distanz aktualisiert. • Einstellungen über Parameter *lrDiamCalcReducedDist*
	FALSE	Durchmesser wird nach regulärer Distanz aktualisiert. • Einstellungen über Parameter *lrDiamCalcRegularDist*
xWebBreakMonit BOOL	Bahnrissüberwachung aktivieren/deaktivieren • Initialwert: FALSE	
	TRUE	Bahnrissüberwachung aktivieren.
	FALSE	Bahnrissüberwachung deaktivieren.
xSyncIn BOOL	Synchronisierung der Wicklerachse auf die Liniengeschwindigkeit *lrSetLineVel*. Der Eingang ist pegelgesteuert und wertet einen High-Pegel aus. Freigabe der Achse über *xEnableOperation* erforderlich. Inbetriebnahmefunktion, um die Wickelwelle ohne Material der Liniengeschwindigkeit folgen zu lassen.	
	TRUE	Aufsynchronisieren über die Beschleunigung *lrSyncLineAcc*. Folgen der Geschwindigkeit an *lrSetLineVel*.
	FALSE	Keine synchrone Bewegung zu *lrSetLineVel*. Stoppen über die Verzögerung *lrSyncLineDec*.
xTensCurve BOOL	Zugkraftkennlinie freigeben Initialwert: TRUE	
	TRUE	Zugkraftkennlinie freigeben.
xTensCtrl BOOL	Zugkraftgesteuerten/-geregelten Betrieb freigeben	
	TRUE	Zugkraftgesteuerter/-geregelter Betrieb freigeben
	FALSE	Zugkraftgesteuerten/-geregelten Betrieb in Abhängigkeit des Parameters *eTensCtrlStopMode* verlassen.
lrSetTens LREAL	Zugkraftsollwert • Einheit: N • Initialwert: 0	
lrActTensIn LREAL	Aktueller Zugkraftistwert • Einheit: x 100 % (1 = 100 %) • Initialwert: 0	
lrCtrlInfluenceScaled LREAL	Einfluss des Zugkraft-Prozessreglers • Einheit: N • Initialwert: 0	
xResetPICtrl BOOL	TRUE	Der PI-Regler wird ausgeschaltet und die Stellgröße (Ausgang des Reglers) aus dem PID-Anteil wird über eine Rampenfunktion auf 0 geführt. Nach Wiedereinschalten des Reglers wird der Soll-/Istwert abgeglichen. Die Stellgröße wird über einen Rampengenerator geführt, um eine sprungfreien, stetigen Verlauf der Sollwerte für den Antrieb zu erzeugen. Die Rampe wird über den Parameter *lrTensRamp* in der Einheit [N/s] festgelegt.

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
xResetICtrl BOOL	TRUE	Der I-Anteil des PI-Reglers kann ausgeschaltet werden und die Stellgröße (Ausgang des Reglers) aus dem I-Anteil kann über die Rampenfunktion auf den Wert 0 geführt werden. Die Stellgröße aus dem P-Anteil wird nicht beeinflusst.
xFricCmps BOOL	TRUE	Reibungskompensation während der Zugkraftsteuerung/-reglung aktivieren.
lrSetFricAdapt LREAL	Multiplikative Bewertung des aktuellen Reibwertes, um z. B. Temperatureinflüsse zu berücksichtigen.	
xExecuteIdentFric BOOL	Der Eingang ist flankengesteuert und wertet die steigende Flanke aus.	
	FALSE↗ TRUE	Identifikation der Reibungskennlinie aktivieren.
aIrFrictionCurve1 ARRAY[1..66] OF LREAL	Reibungskennlinien 1 ... 4 bestehen jeweils aus 65 Stützpunkten. Im Feld 66 wird die Bezugsdrehzahl für die Stützpunkte gespeichert. Die Stützpunkte werden bei der Identifikation der Reibung automatisch eingetragen.	
aIrFrictionCurve2 ARRAY[1..66] OF LREAL		
aIrFrictionCurve3 ARRAY[1..66] OF LREAL		
aIrFrictionCurve4 ARRAY[1..66] OF LREAL		
xAccCmps BOOL	Beschleunigungskompensation während der Zugkraftsteuerung/-reglung aktivieren • Initialwert: FALSE	
lrMInertiaAdapt LREAL	Multiplikative Bewertung des aktuellen variablen Massenträgheitsmomentes, um z. B. variierende Materialdichte und Breite zu berücksichtigen • Initialwert: 0	
xExecuteIdentMInertia BOOL	Der Eingang ist flankengesteuert und wertet die steigende Flanke aus.	
	FALSE↗ TRUE	Das Massenträgheitsmoment an der Wickelwelle wird ermittelt. Am Ausgang lrIdentMInertia wird das ermittelte Massenträgheitsmoment in $kgcm^2$ angezeigt.
xAdaptSpdCtrlGain BOOL	Adaption der Drehzahlreglerverstärkung ein-/ausschalten. • Initialwert: FALSE	
	TRUE	Adaption der Drehzahlreglerverstärkung freigegeben.
	FALSE	Adaption der Drehzahlreglerverstärkung inaktiv.
lrAdaptSpdCtrlGainFactor LREAL	Der resultierende Wert der Adaption der Drehzahlreglerverstärkung kann über diesen Eingang multiplikativ beeinflusst werden. • Wertebereich: 0 ... 1 • Initialwert: 1	
xSetMaterialCounter BOOL	Der Eingang ist flankengesteuert und wertet die FALSE↗TRUE-Flanke aus.	
	TRUE	Setzt den Materiallängenzähler (Ausgang *lrMaterialCounter*) auf den Wert, der unter dem Parameter *lrSetMaterialPos* eingestellt ist.
MaterialCounterValues L_MC1P_IAXIS_REF_MASTERVALUES	Hier kann eine Modulo-Achse eines Messrades auf dem Material angeschlossen werden. Wenn eine Achse am Eingang angeschlossen ist, so erfolgt die Ermittlung der Materiallänge anhand der Daten aus der Referenzachse. Dieses Verfahren ist auch für verrauschte Signale geeignet. Falls hier keine Achse angeschlossen ist, erfolgt die Ermittlung der Materiallänge aus der Integration der Materialgeschwindigkeit (Eingang *lrSetLineVel*). ▸ Materiallängenzähler (📖 69) ▸ Quellen für die Materiallängenzählung (📖 69) Unterstützte Achsen: • Encoder • Servoumrichter 9400 HighLine • Servoumrichter i700 • Servorumrichter i950	

5.3 Ausgänge

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
xReadyForOperation BOOL	Die Achse ist fehlerfrei. Die Zwischenkreisspannung ist vorhanden. STO ist nicht aktiv.	
xOperationEnabled BOOL	Die Achse ist freigegeben. Die Bremse ist gelüftet.	
xReadyForMotion BOOL	Die Achse ist freigegeben und fehlerfrei. Die Bremse ist gelüftet.	
xError BOOL	TRUE	Im Technologiemodul liegt ein Fehler vor.
xWarning BOOL	TRUE	Im Technologiemodul liegt eine Warnung vor.
eErrorID L_IE1P_Error	ID der Fehler- oder Warnungsmeldung, wenn *xError* = TRUE oder *xWarning* = TRUE ist. **Referenzhandbuch "FAST & Technologiemodule":** Hier finden Sie Informationen zu Fehler- oder Warnungsmeldungen.	
xSTOActive BOOL	TRUE	Ein Safe Torque Off (STO) wurde ausgelöst und ist aktiv. Die Achse ist drehmomentfrei, der Regler ist gesperrt.
xQSPActive BOOL	TRUE	Der Eingang *xQSPApplication* wurde gesetzt. Das Technologiemodul befindet sich im Zustand "STOP", die Achse wird in den Stillstand geführt. Der Ausgang wird zurückgesetzt, sobald sich die Achse im Stillstand befindet.
xAbortBusy BOOL	TRUE	Die aktivierte Funktion wird durch den Eingang *xAbort* abgebrochen.
xAbortDone BOOL	TRUE	Die aktivierte Funktion ist durch den Eingang *xAbort* abgebrochen worden.
xJoggingBusy BOOL	TRUE	Die Funktion Handfahren ist aktiv. Das Technologiemodul befindet sich im Zustand "JOGGING".
xHomingBusy BOOL	TRUE	Die Referenzfahrt wird ausgeführt. Das Technologiemodul befindet sich im Zustand "HOMING".
xHomingDone BOOL	TRUE	Die Referenzfahrt ist erfolgreich abgeschlossen.
xIsHomed BOOL	TRUE	Die Achse ist referenziert ("Referenz bekannt").
eTMState L_TB2P_States	Aktueller Zustand des Technologiemoduls ▸ State Machine (📖 31)	
scStatusBasicMotion L_TB2P_scStatusBasicMotion	Struktur der Zustandsdaten Siehe Dokumentation zum Technologiemodul "Basic Motion (V2)".	
lrActVel LREAL	Aktuelle Geschwindigkeit • Einheit: units/s	
lrSetVelOut LREAL	Sollgeschwindigkeit • Einheit: units/s	
lrActPos LREAL	Aktuelle Position • Einheit: units	
lrSetPosOut LREAL	Sollposition • Einheit: units	
lrActFollowingError LREAL	Aktueller Schleppabstand • Einheit: units	
scSignalFlow L_TW2P_scSF_WinderTensionCtrlState	Struktur des Signalflusses	

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
xHoldDiamActive BOOL	Signalisierung, ob der Durchmesser gehalten wird. Hinweis: Beim Toggeln dieses Ausgangs wird empfohlen, die Hysteresefunktion zu nutzen (Parameter *lrHystlineStandstill*). ▸ Signalflussplan (📖 32)	
	TRUE	Halten intern oder extern bedingt ist aktiv.
	FALSE	Der Durchmesser wird nach Durchlauf der Distanz wieder aktualisiert .
xDiamMax BOOL	TRUE	Der maximale Durchmesser wurde erreicht.
xDiamMin BOOL	TRUE	Der minimale Durchmesser wurde erreicht.
lrSetDiamOut LREAL	Aktueller berechneter Durchmesser • Einheit: mm	
xWebBreak BOOL	TRUE	Ein Bahnriss wurde erkannt.
xSynchronised BOOL	TRUE	Der Sollwert der Achse ist synchron zu *lrSetLineVel*. Dieser Status ist nicht aktiv, wenn *xWindingBusy* = TRUE.
xAccDecSync BOOL	TRUE	Die Synchronisierungsfunktion ist aktiv. Der Wickler wird auf- oder absynchronisiert.
xWindingBusy BOOL	TRUE	Der Wickelbetrieb ist aktiviert.
xUnwind BOOL	Statusbit für Auf- und Abwickler Hinweis: Beim Toggeln dieses Ausgangs wird empfohlen, die Hysteresefunktion zu nutzen (Parameter *lrHystlineStandstill*). ▸ Signalflussplan (📖 32)	
	TRUE	Abwickelbetrieb aktiv
	FALSE	Aufwickelbetrieb aktiv
xConstantTension BOOL	TRUE	Konstante Zugkraft hat sich eingestellt.
xWndSpdLimit BOOL	TRUE	Die Drehzahlbegrenzung wurde erreicht.
lrSetMInertiaOut LREAL	Aktuelles Massenträgheitsmoment an der Wickelwelle • Einheit: $kgcm^2$	
xIdentBusy BOOL	TRUE	DIe Identifikation des Massenträgheitsmoments oder der Reibung wird ermittelt.
xIdentDone BOOL	TRUE	DIe Identifikation der Massenträgheit oder der Reibung ist abgeschlossen.
lrIdentMInertia LREAL	Identifiziertes Massenträgheitsmoment an der Wickelwelle • Einheit: $kgcm^2$	
lrSetSpdCtrlGainAdaptOut LREAL	Adaption der Drehzahlreglerverstärkung • Einheit: x 100 % (1 = 100 %)	
lrMaterialCounter LREAL	Anzeige des Materiallängenzählerstandes Je nach Festlegung der Wickelrichtung wird der Materiallängenzähler hoch- oder runtergezählt • Einheit: mm ▸ Festlegung der Wickelrichtung (Aufwickeln/Abwickeln) (📖 59).	
lrLimitLineVel LREAL	Die maximal erlaubte Liniengeschwindigkeit wird aus dem berechnetem Durchmesser und dem Parameter *lrMaxWndSpd* bestimmt. • Einheit [mm/s]	

5.4 Parameter

L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrVel LREAL	Geschwindigkeit für Bewegungen, die über die Struktur **scCtrlBasicMotion** beauftragt werden. • Einheit: units/s • Initialwert: 3600
lrAcc LREAL	Beschleunigung für Bewegungen, die über die Struktur **scCtrlBasicMotion** beauftragt werden. Vorgabe, mit welcher Geschwindigkeitsänderung maximal beschleunigt werden soll. • Einheit: units/s^2 • Initialwert: 36000
lrDec LREAL	Verzögerung für Bewegungen, die über die Struktur **scCtrlBasicMotion** beauftragt werden. Vorgabe, mit welcher Geschwindigkeitsänderung maximal bis zum Stillstand verzögert werden soll. • Einheit: units/s^2 • Initialwert: 100
lrJerk LREAL	Ruck für Bewegungen, die über die Struktur **scCtrlBasicMotion** beauftragt werden. • Einheit: units/s^3 • Initialwert: 0
eDirection MC_DIRECTION	Verfahrrichtung: • *mcCurrentDirection*: Aktuelle Richtung beibehalten (nur bei Modulo-Achse) • *mcPositiveDirection*: Positive Richtung • *mcNegativeDirection*: Negative Richtung • *mcShortestWay*: Kürzester Weg (nur bei Modulo-Achse) • Initialwert: *mcPositiveDirection*
scHomeExtTP MC_TRIGGER_REF	Übergabe eines externen Touch-Probe-Ereignisses: • Nur relevant bei der Touch-Probe-Konfiguration "Externer Geber". • Zur Beschreibung der Struktur MC_TRIGGER_REF siehe Funktionsbaustein **MC_TouchProbe**.
lrLineJerk LREAL	Ruck für den Tippbetrieb mit der 1/d-Bewertung und zum Ausgleich bei der Kupplungsfunktion • Einheit: rev/s^3 • Initialwert: 100000
lrJogLineAcc LREAL	Beschleunigung für den Tippbetrieb mit der 1/d-Bewertung. Vorgabe, mit welcher Geschwindigkeitsänderung maximal beschleunigt werden soll. • Einheit: mm/s^2 • Initialwert: 100
lrJogLineDec LREAL	Verzögerung für den Tippbetrieb mit der 1/d-Bewertung. Vorgabe, mit welcher Geschwindigkeitsänderung maximal verzögert werden soll. • Einheit: mm/s^2 • Initialwert: 10
lrJogLineVel LREAL	Geschwindigkeit für den Tippbetrieb mit der 1/d-Bewertung. Vorgabe, mit welcher Geschwindigkeit maximal verfahren werden soll. • Einheit: mm/s • Initialwert: 10
lrSyncLineAcc LREAL	Beschleunigung zur Synchronisierung auf die Liniengeschwindigkeit • Einheit: mm/s^2 • Initialwert: 100
lrSyncLineDec LREAL	Verzögerung zur Synchronisierung auf die Liniengeschwindigkeit • Einheit: mm/s^2 • Initialwert: 100

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrWebBreakWindow LREAL	Bahnrissfenster Der aktuelle Durchmesser wird mit dem Durchmesser aus dem letzten Berechnungszyklus über das Bahnrissfester verglichen. • Einheit: x 100 % (1.0 = 100 %) • Initialwert: 0.1 (10 %)
lrMaxDiam LREAL	Maximaler Durchmesser • Einheit: mm • Initialwert: 180
lrMinDiam LREAL	Minimaler Durchmesser • Einheit: mm • Initialwert: 50
rFiltTimeDiam REAL	PT1-Filterzeit für den aktuellen Durchmesser (*lrSetDiamOut*) • Einheit: s • Initialwert: 0.05
lrDiamCalcRegularDist LREAL	Reguläre Berechnungsdistanz für Durchmesser • Einheit: rev • Initialwert: 1
lrDiamCalcReducedDist LREAL	Verkürzte Berechnungsdistanz für Durchmesser • Einheit: rev • Initialwert: 0.1
alrAdaptDiamX ARRAY [1...9] OF LREAL	Stützpunkte der Kurvenfunktion für das Laden des Durchmessers • Werte, die am analogen Eingang *lrSetDiam* anliegen können. • Einheit: mm • Initialwerte: 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800
alrAdaptDiamY ARRAY [1...9] OF LREAL	Stützpunkte der Kurvenfunktion für das Laden des Durchmessers • Funktionswerte für den Durchmesser • Einheit: mm • Initialwerte: 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800
lrTensCurveCtrlScaled LREAL	Steigung der Kennlinie für die Zugkraftsteuerung • Einheit: x 100 % (1 = 100 %) • Initialwert: 0 Mit dem Wert '1' ergibt sich ein konstanter Zugkraftverlauf und damit ein für den Durchmesser proportional ansteigender Sollwert.
lrTensCurveStartDiamScaled LREAL	Anfangspunkt der Kennlinie für die Zugkraftsteuerung • Einheit: x 100 % • 1 = 100 % = Parameter *lrMaxDiam* • Initialwert: 0 (0 %)
lrLineVelRef LREAL	Maximale Liniengeschwindigkeit • Einheit: mm/s • Initialwert: 1000
lrMinLineVel LREAL	Minimale Liniengeschwindigkeit Bis zu dieser Geschwindigkeit wird der Durchmesser gehalten. • Einheit: mm/s • Initialwert: 1
rFiltTimeMaterialCounter REAL	Filterzeitkonstate für den Materiallängenzähler (Ausgang *lrMaterialCounter*) • Einheit: s • Initialwert: 0 (Filter ist deaktiviert.)
lrSetMaterialPos LREAL	Position des Materiallängenzählers Mit einerFALSE↗TRUE-Flanke am Eingang *xSetMaterialCounter* wird der Materiallängenzähler (Ausgang *lrMaterialCounter*) auf den Wert in *lrSetMaterialPos* gesetzt. • Einheit: mm • Initialwert: 0

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
lrMaxWndSpd LREAL	Festlegung der maximalen Wicklerwellen-Drehzahl (abtriebsseitig). • Einheit: rev/s • Initialwert: 100	
lrLineVelOffsetScaled LREAL	Liniengeschwindigkeits-Offset für die Drehzahlbegrenzung • Einheit: x 100 % (1 = 100 % = Parameter lrLineVelRef) • Initialwert: 0.1	
lrTensRef LREAL	Maximal erlaubte Zugkraft • Einheit: N • Initialwert: 50	
lrTensRamp LREAL	Beschleunigungsrampe für den Zugkraftsollwert • Einheit: N/s • Initialwert: 50	
rFiltTimeWndSpd REAL	PT1-Filterzeit für die Drehzahl der Wickelwelle • Einheit: s • Initialwert: 0.01	
rFiltTimeAccSpd REAL	PT1-Filterzeit für die Liniengeschwindigkeit, die zur Drehzahl über den Durchmesser berechnet wird, zur Beschleunigungskompensation • Einheit: s • Initialwert: 0.005	
lrAccCmpsDeadBandTrqScaled LREAL	Nacheilbereich (Dead-band) für das aktuelle Beschleunigungsmoment • Einheit: x 100 % (1.00 = 100 %); Bezugsgröße : Motor-Bemessungsdrehmoment [Nm] • Initialwert: 0.1 (10 %)	
lrAccCmpsGainAcc LREAL	Verstärkungsfaktor für das Beschleunigungsmoment in positive Richtung • Einheit: x 100 % (1.00 = 100 %) • Initialwert: 1.05 (105 %)	
lrAccCmpsGainDec LREAL	Verstärkungsfaktor für das Beschleunigungsmoment in negative Richtung • Einheit: x 100 % (1.00 = 100 %) • Initialwert: 0.95 (95 %)	
lrConstMInertia LREAL	Konstantes Massenträgheitsmoment an der Wickelwelle • Einheit: $kgcm^2$ • Initialwert: 1	
lrMaxMInertia LREAL	Maximal zulässiges Massenträgheitsmoment an der Wickelwelle • Einheit: $kgcm^2$ • Initialwert: 10	
lrFricCurveStartTrq LREAL	Anfangsreibung für die lineare Reibungskompensation, wenn die Wickelwelle steht. • Einheit: Nm • Initialwert: 0	
lrFricCurveEndTrq LREAL	Endreibung für die lineare Reibungskompensation, wenn die Wickelwelle steht. • Einheit: Nm • Initialwert: 0	
rFiltTimeFricSetSpd REAL	PT1-Filterzeit für die Drehzahl der Wickelwelle zur Reibungskompensation • Einheit: s • Initialwert: 0.01	
eTensCtrlMode L_TW2P_WinderTensionControlMode	Auswahl der Reglungsart der Achse für den Wickelballen Der Modus wirkt im Wickelbetrieb, wenn die Zugkraftsteuerung/-reglung aktiviert wird. • Initialwert: 0	
	0	"TorqueBased" Die Drehmomentregelung wird im Antrieb aktiviert, wenn das Technologiemodul in den Zustand "TENSIONCTRL" wechselt.
	1	"SpeedBased" Die Drehzahlregelung wird im Antrieb aktiviert, wenn das Technologiemodul in den Zustand "TENSIONCTRL" wechselt.

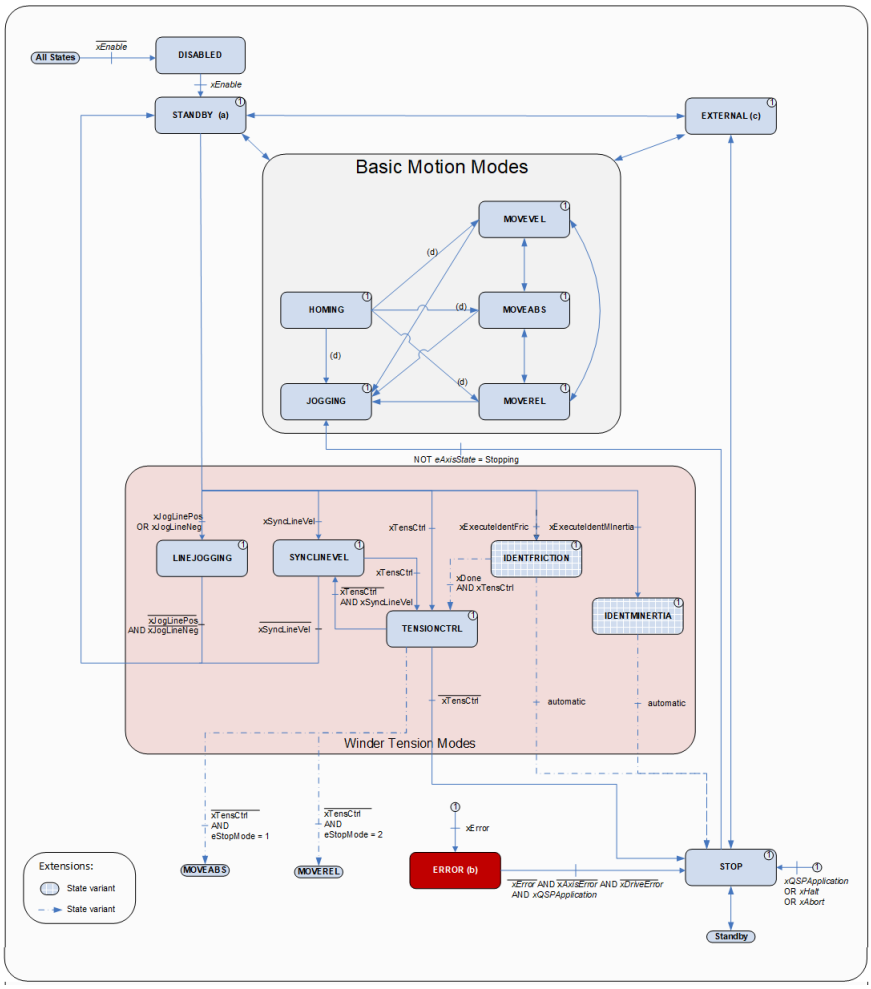
Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
dwSelectTensCurve DWORD	Auswahl der Kennlinie für die Zugkraftsteuerung • Initialwert: 0	
	0	Linearer Zugkraftverlauf
	1	Linearer Drehmomentverlauf
	2	Zugkraftverlauf nach vorgegebener Kennlinie
alrTensCurve ARRAY[1..65] OF LREAL	Kennlinie für die Zugkraftsteuerung bestehend aus 65 Werten. Hier müssen alle 65 Werte, gleichmäßig verteilt über den Durchmesserbereich der Parameter *lrMinDiam* und *lrMaxDiam* (minimaler und maximaler Durchmesser) angegeben werden.	
lrTensCtrlGain LREAL	Reglerverstärkung • Initialwert: 0	
lrTensCtrlResetTime LREAL	Reglernachstellzeit • Einheit: s • Initialwert: 0 (Nachstellzeit deaktiviert)	
eResetICtrlMode L_TW2P_ResetICtrlMode	Modus zur Einstellung der Funktion für das Rücksetzen der Stellgröße aus dem I-Anteil über den Eingang *xResetICtrl* = TRUE • Initialwert: 1	
	0	Instant Mit steigender Flanke *xResetICtrl* = TRUE wird sofort (sprungartig) die Stellgröße aus dem I-Anteil = 0 gesetzt.
	1	Ramp Mit steigender Flanke *xResetICtrl* = TRUE wird die Stellgröße aus dem I-Anteil bis zu Null über den Parameter *lrDancerPosCtrlResetTime* geführt.
lrTensCtrlLimitPos LREAL	Begrenzung der Zugkraftregler-Stellgröße (Ausgang des Reglers) in positive Richtung • Einheit: [N] • Initialwert: 2147483648 (0.5×2^{32})	
lrTensCtrlLimitNeg LREAL	Begrenzung der Zugkraftregler-Stellgröße (Ausgang des Reglers) in negative Richtung • Einheit: [N] • Initialwert: -2147483648 (-0.5×2^{32})	
lrIdentFricMaxSpdScaled LREAL	Drehzahl für die Reibungsidentifikation • Einheit: x 100 % (1 = 100 % = Max. Drehzahl am Ausgang *lrWndSpdRef*) • Initialwert: 0.9	
lrIdentFricAccDec LREAL	Beschleunigung für die Reibungsidentifikation • Einheit: rev/s^2 • Initialwert: 1	
rFiltTimeIdentFricSpd REAL	PT1-Filterzeit für die Drehzahl der Wickelwelle zur Reibungsidentifikation • Einheit: s • Initialwert: 0.0	
rFiltTimeIdentFricTrq REAL	PT1-Filterzeit für das Reibungsmoment der Wickelwelle zur Reibungsidentifikation • Einheit: s • Initialwert: 0.05	
dwSelectFricCurve DWORD	Bei Reibungsidentifikation (Eingang *xFricCmps* = TRUE): Auswahl des Speicherbereichs, in dem die identifizierten Reibungswerte gespeichert werden. Maximal 4 Kennlinien können gespeichert werden. • Initialwert: 1 • 1 ... 4: Speicherbereich 1 ... 4	
	Bei Reibungskompensation (Eingang *xExecuteIdentFric* = FALSE↗TRUE) Auswahl der Kennlinie für die Reibungskompensation • 0: Lineare Reibungskennlinie (einstellbar über Parameter *lrFricCurveStartTrq*) • 1 ... 4: Identifizierte Reibungskennlinie (Speicherbereich 1 ... 4)	

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
rFiltTimeActTensIn REAL	PT1-Filterzeit für die aktuelle Zugkraft (Eingang *lrActTensIn*) • Einheit: s • Initialwert: 0.005
lrHystLineVelFricComp LREAL	Hysterese für die Richtungserkennung der Liniengeschwindigkeit. Verwendung nur bei Kompensation der Reibung *xFricComp* = TRUE und verrauschtem Liniensignal. Maximale Amplitude für das Rauschen der Liniengeschwindigkeit. • Einheit: mm/s • Initialwert: 0
lrActTensInGain LREAL	Verstärkungsfaktor für die aktuelle Zugkraft (Eingang lrActTensIn) • Initialwert: 1
lrActTensInOffset LREAL	Offset für die aktuelle Zugkraft (Eingang lrActTensIn) • Initialwert: 0
lrHystlineStandStill LREAL	Hystereseweite für die Liniengeschwindigkeit Dadurch wird die verrauschte Liniengeschwindigkeit und die Richtungserkennung stabilisiert. Nach Ermittlung der maximalen Rauschamplitude des Eingangssignals ist dieser Wert einzustellen. • Einheit: mm/s • Initialwert: 0
rFiltTimeIdentMInertiaSpd REAL	PT1-Filterzeit für die Drehzahl der Wickelwelle während der Identifikation des Massenträgheitsmoments • Einheit: s • Initialwert: 0.01
rFiltTimeIdentMInertiaTrq REAL	PT1-Filterzeit für das Drehmoment der Wickelwelle während der Identifikation des Massenträgheitsmoments • Einheit: s • Initialwert: 0.005
lrIdentMInertiaMaxSpd Scaled LREAL	Maximale Drehzahl der Wickelwelle während der Massenträgheitsidentifikation • Einheit: x 100 % (1.0 = 100 % = *lrWndSpdRef*) • Initialwert: 0.2 (20 %)
lrIdentMInertiaMaxTrq Scaled LREAL	Maximales Drehmoment der Wickelwelle während der Massenträgheitsidentifikation • Einheit: x 100 % (1.0 = 100 %) Bezugsgröße: Motor-Bemessungsdrehmoment • Initialwert: 0.2 (20 %)
eAdaptSpdCtrlGainMode L_TW2P_AdaptSpdCtrlGainMode	Modusauswahl zur Adaption der Drehzahlreglerverstärkung. • Initialwert: 2
	0 — DiamToSquare; VP = f(d^2)
	1 — Diam; VP = f(d)
	2 — Inertia; VP = f(J)
lrAdaptSpdCtrlLowLimit LREAL	Untere Begrenzung der Drehzahlreglerverstärkung im Antrieb. Der Adaptionswert *lrSetSpdCtrlGainAdaptOut* darf nicht kleiner sein als der Wert in Parameter *lrAdaptSpdCtrlLowLimit*. • Wertebereich: 0 bis 1 • Initialwert: 1.0 (100 %)
alrSpdCtrlGainAdaptX ARRAY[1..9] OF LREAL	Kennlinienfunktion für die Drehzahlregelungsverstärkung. Die X-Achse entspricht dem normierten Massenträgheitsmoment. • Einheit: x 100 % (1 = 100 % = Parameter *lrMaxMInertia*) • Initialwerte: [0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6]
alrSpdCtrlGainAdaptY ARRAY[1..9] OF LREAL	Kennlinienfunktion für die Drehzahlregelungsverstärkung Die Y-Achse entspricht dem Verstärkungsfaktor des Drehzahlreglers. • Einheit: x 100 % (1 = 100 %) • Initialwerte: [0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6]

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
lrReducedGainWindow LREAL	Bereich der Regelabweichung mit reduzierter Verstärkung/Empfindlichkeit. Mit dem Parameter *lrReducedGainWindow* lässt sich ein Toleranzbereich einstellen, in dem die Regelabweichung mit einer geringeren Verstärkung an den Regler weitergegeben wird. Der Toleranzbereich wird ober- und unterhalb um den Sollwert gelegt. • Initialwert: 0.0	
lrReducedGain LREAL	Verstärkung der Regelabweichung im Bereich der reduzierten Empfindlichkeit • Initialwert: 0.0	
eTensCtrlStopMode L_TW2P_TensionCtrlStopMode	Modus in dem der Wickelprozess (Zustand "TENSIONCTRL") beendet wird. • Initialwert: 0	
	0	Halt Die Achse wird über die Verzögerung (*lrHaltDec*) und den Ruck (*lrJerk*) angehalten.
	1	Move Abs Absolute Fahrt/Positionierung: Die Achse wird mit der Geschwindigkeit (*lrVel*), Beschleunigung (*lrAcc*), Verzögerung (*lrDec*) und den Ruck (*lrJerk*) in die Zielposition (*lrPos_Dist*) gefahren.
	2	Move Rel Relative Fahrt/Positionierung: Die Achse wird mit der Geschwindigkeit (*lrVel*), Beschleunigung (*lrAcc*), Verzögerung (*lrDec*) und den Ruck (*lrJerk*) nach der gefahrenen Wegstrecke (*lrPos_Dist*) in den Stillstand geführt.

6 State Machine

State Machine des Technologiemoduls

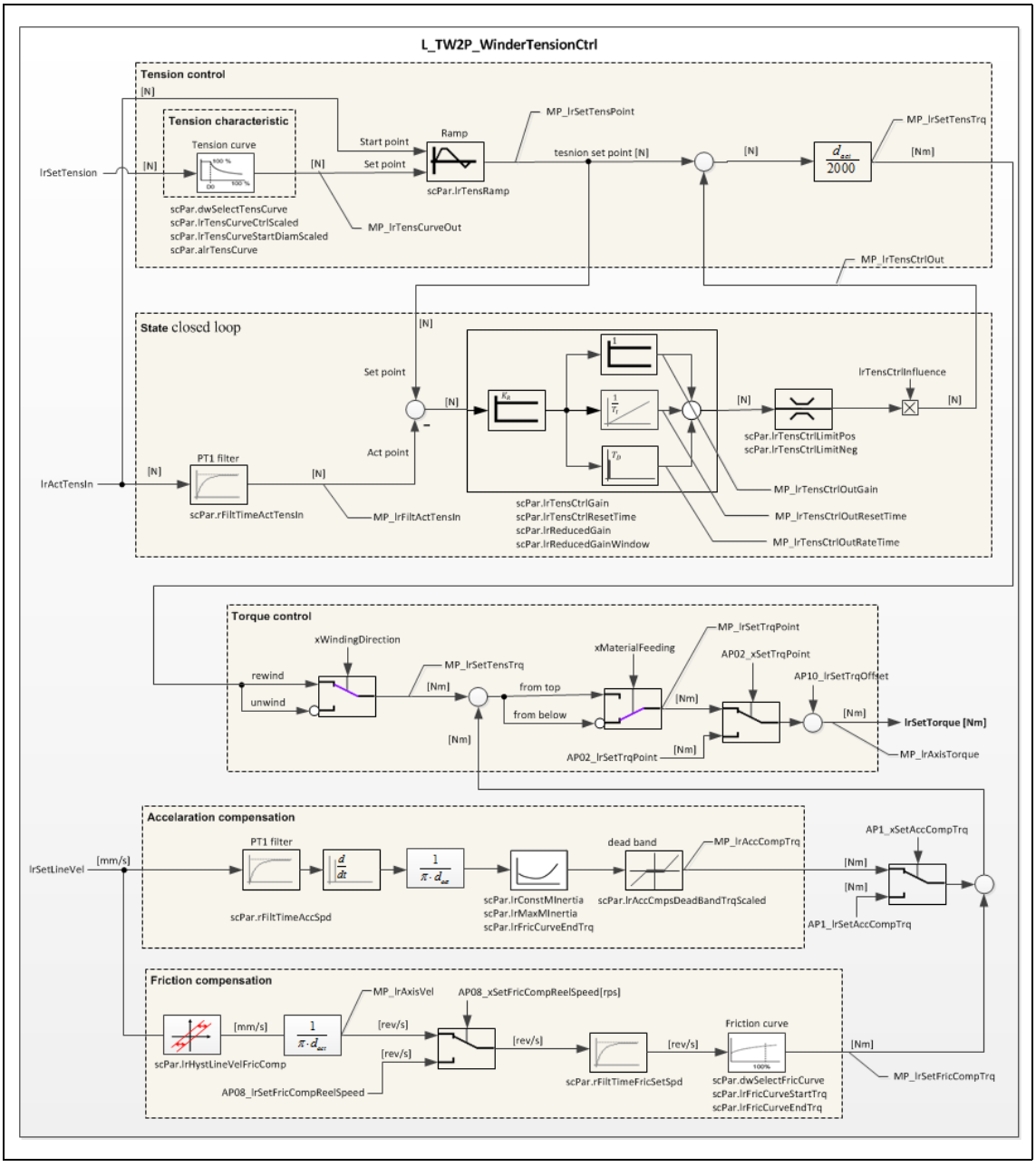


1	Ein Übergang in den Zustand "ERROR" oder "STOP" ist möglich.
(a)	Im Zustand "STANDBY" muss *xEnableOperation* auf TRUE gesetzt werden.
(b)	Im Zustand "ERROR" muss *xResetError* zum Quittieren und Zurücksetzen der Fehler auf TRUE gesetzt werden.
(c)	Der Zustand "EXTERNAL" wird gesetzt, wenn eine Funktion außerhalb des Technologiemoduls Sollwerte für die angeschlossene Achse generiert, z. B. **MC_CamIn**, **MC_MoveAbsolute** .
(d)	*eAxisState* = "STANDSTILL"

7 Signalflussplan

Hauptsignalfluss der Funktion im drehmomentbasierten Betrieb

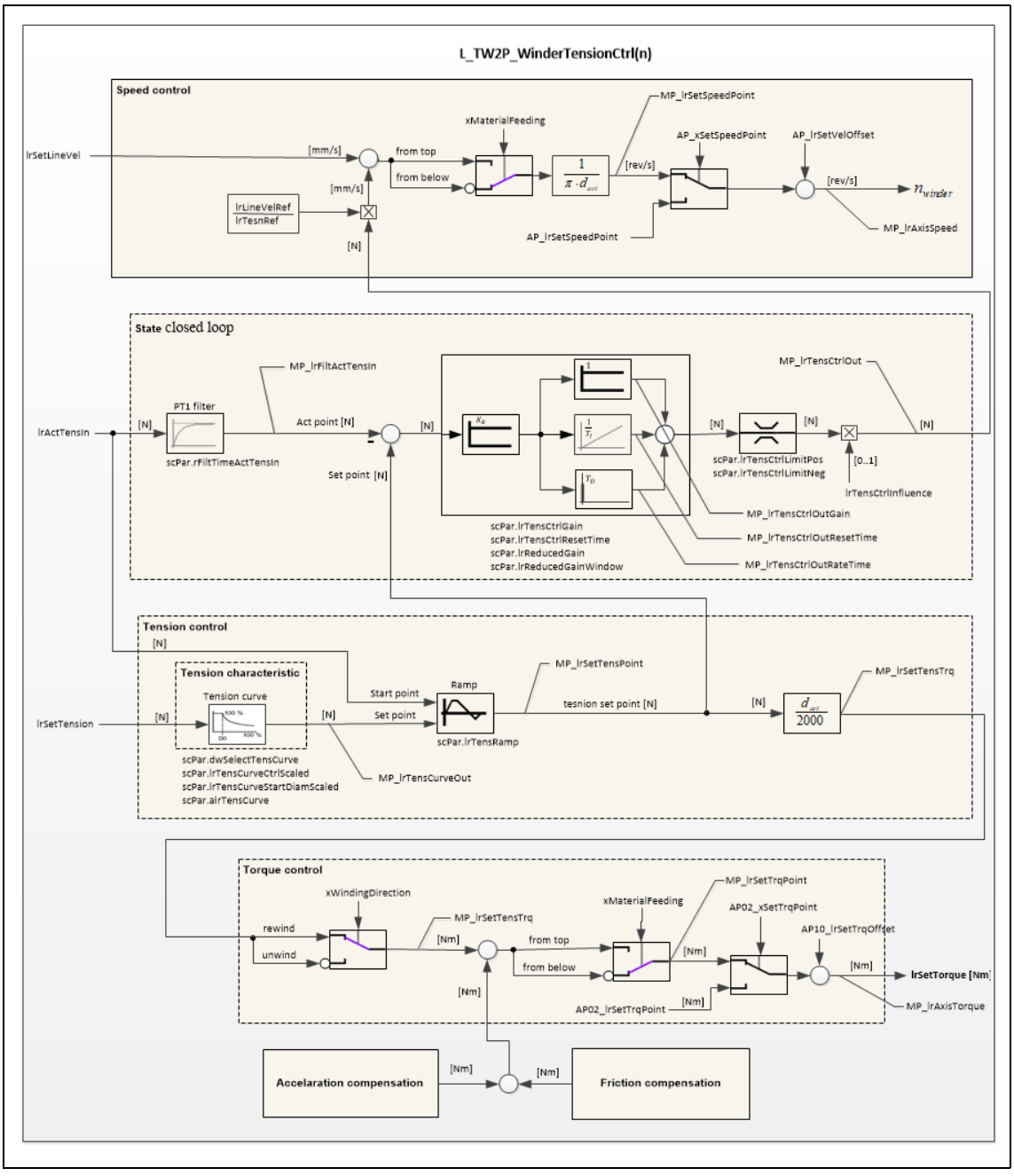
Einstellung: Parameter *eTensCtrlMode* = 0: "TorqueBased"



[7-1] Signalfluss des Technologiemoduls im drehmomentbasierten Betrieb

Hauptsignalfluss der Funktion im drehzahlbasierten Betrieb

Einstellung: Parameter *eTensCtrlMode* = 1: "SpeedBased"



[7-2] Signalfluss des Technologiemoduls im drehzahlbasierten Betrieb

7.1 Struktur des Signalflusses

L_TW2P_scSF_WinderTensionCtrlState

Die Inhalte der Struktur sind nur lesbar und bieten eine praktische Diagnosemöglichkeit innerhalb des Signalflusses.

▸ Signalflussplan (📖 32)

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
MP_lrWndVelRef LREAL	Nenndrehzahl des Wickelballens (abtriebsseitig) • Einheit: units/s
MP_lrWndSpeedRef LREAL	Nenndrehzahl des Wickelballens (abtriebsseitig) • Einheit: rev/s
MP_liRevCounter LREAL	Zählerstand des Materiallängenzählers (ganzzahlige Anzahl der vollen Umdrehungen des Wickelballens)
MP_lrRevCounterResidual LREAL	Zählerstand des Materiallängenzählers (Restwert nach einer vollen Umdrehung des Wickelballens) • Einheit: 1 x 100 % • 100 % = Eine Umdrehung des Wickelballens
MP_lrAxisSpeed LREAL	Aktuelle Drehzahl des Wickelballens (abtriebsseitig) • Einheit: rev/s
MP_xDiamCalculated LREAL	FALSE↗TRUE-Flanke: Der Durchmesser wurde berechnet. Der Messpunkt wird nur für einen SPS-Zyklus auf TRUE gesetzt.
MP_lrSetDiamUnfiltered LREAL	Aktueller berechneter Durchmesser • Einheit: mm
MP_lrSetDiamAdapted LREAL	Aus dem Eingang *lrSetDiam* resultierender Durchmesser • Einheit: mm
MP_lrSetDiamScaledOut LREAL	Aus dem Eingang *lrSetDiam* resultierender skalierter Durchmesser • Einheit: 1 x 100 % • 100 % *lrMaxDiam*
MP_lrSetLineVelScaledOut LREAL	Skalierte Liniengeschwindigkeit • Einheit: 1 x 100 % • 100 % *lrLineVelRef*
MP_lrActTotalTrqScaled LREAL	Aus dem gemessenen Strom das berechnete Drehmoment (skaliert) • Einheit: x 100 % • 100 % Nenndrehoment
MP_lrTensCurveOut LREAL	Zugkraftsollwert mit der Kennlinienfunktion bewertet • Einheit: N
MP_lrSetTensPoint LREAL	Gefilterter Zugkraftsollwert mit der Bewertung der Kennlinienfunktion • Einheit: N
MP_lrSetTensTrq LREAL	Berechnetes Drehmoment aus dem Zugkraftsollwert • Einheit: Nm
MP_lrAccCompTrq LREAL	Resultierender Drehmoment aus der Beschleunigungskompensation • Einheit: Nm
MP_lrSetFricCompTrq LREAL	Resultierender Drehmoment aus der Reibungskompensation • Einheit: Nm
MP_lrSetTrqPoint LREAL	Resulierende Drehmoment für den Wickelballen • Einheit: Nm
MP_lrSetUpperSpeedLimit LREAL	Oberer Grenzwert für die Begrenzung der Drehzahl des Wickelballen • Einheit: rev/s
MP_lrSetLowerSpeedLimit LREAL	Unterer Grenzwert für die Begrenzung der Drehzahl des Wickelballen • Einheit: rev/s
MP_lrAxisUpperSpeedLimit LREAL	Oberer Grenzwert für die Begrenzung der Drehzahl des Wickelballen • Einheit: units/s

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
MP_lrSetSpeedPoint LREAL	Resultierender Drehzahlsollwert • Einheit: rev/s	
MP_lrAxisLowerSpeedLimit LREAL	Unterer Grenzwert für die Begrenzung der Drehzahl des Wickelballens • Einheit: units/s	
MP_lrAxisVel LREAL	Geschwindigkeit des Wickelballens (abtriebsseitig) • Einheit: units/s	
MP_lrAxisTorque LREAL	Drehmoment des Wickelballens (abtriebsseitig) • Einheit: Nm	
MP_lrSetTensScaledOut LREAL	Skalierter Zugkraftsollwert • Einheit: x 100 % • 100 % = Parameter *lrTensRef*	
MP_lrSetTensTrqScaledOut LREAL	Skaliertes Drehmoment aus dem Zugkraftsollwert • Einheit: x 100 % • 100 % = Nenndrehmoment	
MP_lrSetFricTrqScaledOut LREAL	Skalierter Drehmomentvorsteuerwert der Reibungskompensation • Einheit: x 100 % • 100 % = Nenndrehmoment	
MP_lrAccTrqScaledOut LREAL	Skalierter Drehomentvorsteuerwert der Beschleunigungskompensation • Einheit: x 100 % • 100 % = Nenndrehmoment	
MP_lrFiltActTensIn LREAL	Gefilterte Zugkraft aus dem Eingang *lrActTensIn*	
MP_lrTensCtrlOut LREAL	Stellgröße aus dem Zugkraftregler	
MP_lrTensCtrlOutGain LREAL	Stellgröße des proportionalen Anteils (P-Anteil) des Zugkraftreglers • Einheit: N	
MP_lrTensCtrlOutResetTime LREAL	Stellgröße des proportionalen Anteils (I-Anteil) des Zugkraftreglers • Einheit: N	
MP_lrTensCtrlOutRateTime LREAL	Stellgröße des proportionalen Anteils (D-Anteil) des Zugkraftreglers • Einheit: N	
MP_lrTensCtrlOutScaled LREAL	Skalierte Stellgröße aus dem Zugkraftregler • Einheit: x 100 % • 100 % = *lrTensRef*	
MP_lrSetTensCtrlValue LREAL	Sollwert für den PID-Zugkrkaftregler • Einheit: N	
MP_lrActTensCtrlValue LREAL	Istwert für den PID-Zugkrkaftregler • Einheit: N	
MP_lrActTensScaled LREAL	Aktuelle Zugkraft skaliert • Einheit: x 100 % • 100 % *lrSetTens*	
MP_xLineStandStill BOOL	TRUE	Stillstand der Linie ist erkannt.

7.2 Struktur der Angriffspunkte

L_TW2P_scAP_WinderTensionCtrlState

Über die Angriffspunkte (AP) können Signale beeinflusst werden. Im Initialzustand haben die Angriffspunkte keine Wirkung.

Jeder Angriffspunkt wirkt als ein alternativer Zweig und wird über eine ODER-Verknüpfung oder einen Schalter aktiviert.

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
AP_xSetVelOffset BOOL	Freigabe des Angriffspunktes *AP_lrVelOffset*	
	TRUE	Angriffspunkt *AP_lrVelOffset* freigeben
AP_lrVelOffset LREAL	Zyklische Vorgabe des Offset für die Geschwindigkeit der Wicklerachse bezogen auf die Wickelwelle (Getriebeausgangsseite) • Einheit: units/s Der Offset-Wert wird ohne Rampengenerator sofort und sprungartig eingestellt!	
AP_xSetTrqOffset BOOL	Freigabe des Angriffspunktes *AP_lrSetTrqOffset*	
	TRUE	Der Angriffspunkt überschreibt die Werte an der Zugriffstelle im Signalfluss.
AP_lrSetTrqOffset LREAL	Zyklische Vorgabe des Offset für das Drehmoment der Wicklerachse bezogen auf die Wickelwelle (Getriebeausgangsseite) • Einheit: Nm Der Offset-Wert wird ohne Rampengenerator sofort und sprungartig eingestellt!	
AP_xSetVelOffsetDiamCalc BOOL	Freigabe des Angriffspunktes *AP_lrVelOffsetDiamCacl*	
	TRUE	Der Angriffspunkt überschreibt die Werte an der Zugriffstelle im Signalfluss
AP_lrVelOffsetDiamCalc LREAL	Zyklische Vorgabe des Offset für die Geschwindigkeit der Wicklerachse bezogen auf die Wickelwelle (Getriebeausgangsseite) für die Berechnung des Durchmessers • Einheit: units/s Der Offset-Wert wird ohne Rampengenerator sofort und sprungartig eingestellt!	
AP_xSet SpeedPointDiamCalc BOOL	Freigabe des Angriffspunktes *AP_lrSetSpeedPointDiamCalc*	
	TRUE	Der Angriffspunkt überschreibt die Werte an der Zugriffstelle im Signalfluss
AP_lrSet SpeedPointDiamCalc LREAL	Zyklisches Laden des Drehzahlsollwertes für den Antrieb • Einheit: rev/s Der Offset-Wert wird ohne Rampengenerator sofort und sprungartig eingestellt!	
AP_xSetAccCompTrq BOOL	Freigabe des Angriffspunktes *AP_lrAccCompTrq*	
	TRUE	Der Angriffspunkt überschreibt die Werte an der Zugriffstelle im Signalfluss
AP_lrAccCompTrq LREAL	Resultierender Drehmomentsollwert aus der Beschleunigungskompensation des Wickelantriebs • Einheit: Nm	
AP_xSetTrqPoint BOOL	Freigabe des Angriffspunktes *AP_lrSetTrqPoint*	
	TRUE	Der Angriffspunkt überschreibt die Werte an der Zugriffstelle im Signalfluss
AP_lrSetTrqPoint LREAL	Alternativer Drehmomentsollwert für die Drehmomentvorsteuerung. • Einheit: Nm	
AP_xSetUpperSpeedLimit BOOL	Freigabe des Angriffspunktes *AP_lrSetUpperSpeedLimit*	
	TRUE	Der Angriffspunkt überschreibt die Werte an der Zugriffstelle im Signalfluss
AP_lrSetUpperSpeedLimit LREAL	Oberer Grenzwert für die Drehzahlbegrenzung des Wickelantriebs • Einheit: rev/s	
AP_xSetLowerSpeedLimit BOOL	Freigabe des Angriffspunktes *AP_lrSetLowerSpeedLimit*	
	TRUE	Der Angriffspunkt überschreibt die Werte an der Zugriffstelle im Signalfluss
AP_lrSetLowerSpeedLimit LREAL	Unterer Grenzwert für die Drehzahlbegrenzung des Wickelantriebs • Einheit: rev/s	

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
AP_xSetFricCompReelSpeed BOOL	Freigabe des Angriffspunktes *AP_lrSetFricCompReelSpeed*	
	TRUE	Der Angriffspunkt überschreibt die Werte an der Zugriffstelle im Signalfluss
AP_lrSetFricCompReelSpeed LREAL	Vorgabe der Drehzahl für die Reibungskompensation • Einheit: rev/s Anhand der Drehzahl *AP_lrSetFricCompReelSpeed* wird das entsprechende Drehmoment für die Reibungskompensation in der Einheit [Nm] eingestellt.	

8 Beschreibung der Basisfunktionen

Übersicht der Basisfunktionen

- Handfahren (Jogging) (📖 39)
- Referenzfahrt (Homing) (📖 41)
- QSP Application (📖 44)
- Halt (📖 45)
- Absolute Positionierung (📖 46)
- Relative Positionierung (📖 48)
- Endlosfahrt mit definierter Geschwindigkeit (📖 51)
- Abbruch und Beendigung einer Positionierung (📖 54)
- Override für Geschwindigkeit (📖 57)

8.1 Handfahren (Jogging)

Voraussetzung

- Die Achse ist freigegeben (*xReadyForMotion* = TRUE).

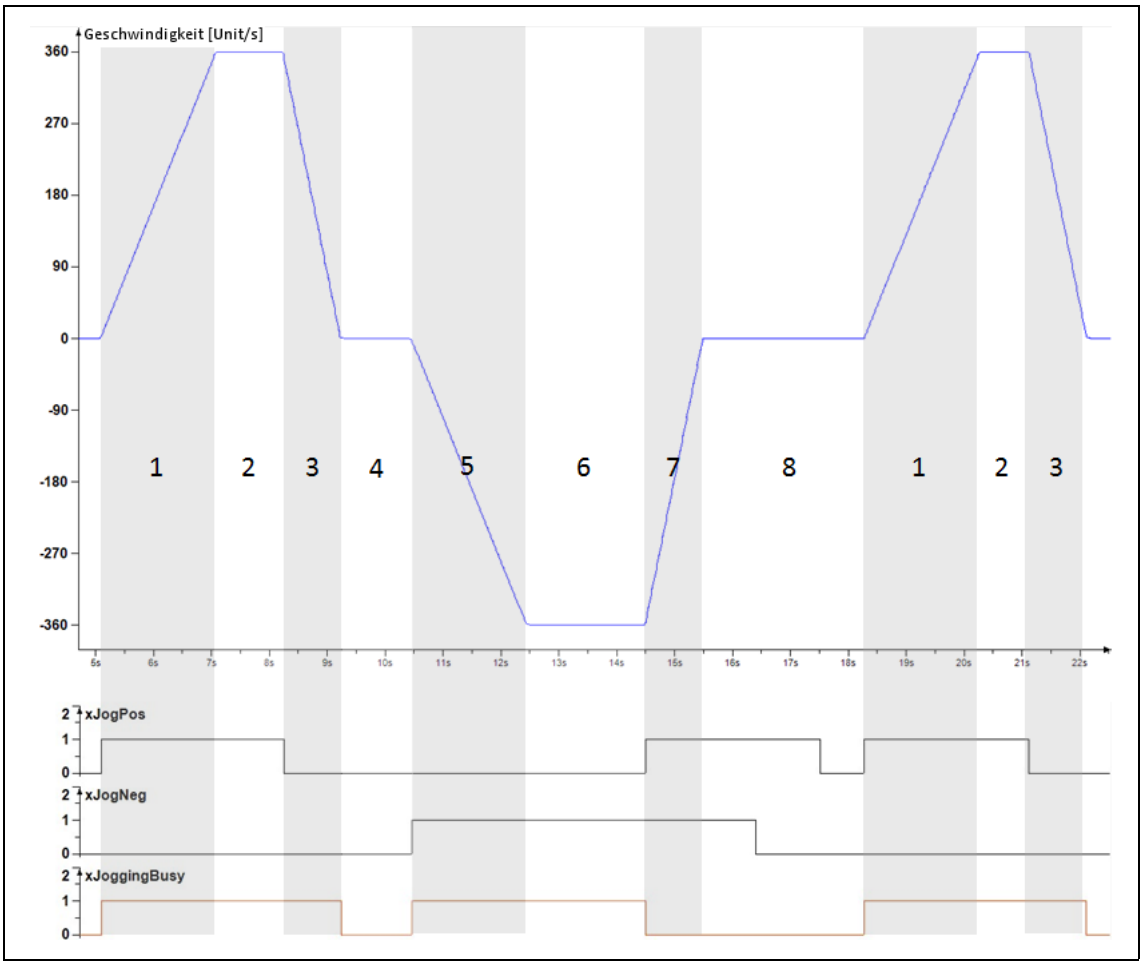
Ausführung

Mit dem Eingang *xJogPos* = TRUE wird die Achse in positive Richtung und mit dem Eingang *xJogNeg* = TRUE in negative Richtung gefahren. Die Achse wird solange gefahren, wie *xJogPos* = TRUE oder *xJogNeg* = TRUE gesetzt bleibt.

Der laufende Fahrbefehl kann nicht durch den anderen Jog-Befehl abgelöst werden. Wenn *xJogPos* = TRUE und *xJogNegPos* = TRUE sind, bremst die Achse in den Stillstand und der Statusausgang *eTMState* wechselt in den Zustand "ERROR".

Erst wenn beide Eingänge zurückgesetzt wurden, wechselt das Technologiemodul wieder zurück in den Zustand "STANDBY".

Fahrdiagramm



Nr	xJogPos	xJogNeg	xJogging Busy	eTMState	INFO
1	FALSE↗TRUE	FALSE	FALSE↗TRUE	STANDBY→ JOGGING	Die Achse beschleunigt mit 180 units/s^2 auf die positive Handfahrgeschwindigkeit 360 units/s.
2	TRUE	FALSE	TRUE	JOGGING	Die Achse verfährt konstant mit 360 units/s.
3	FALSE↗TRUE	FALSE	TRUE	JOGGING	Die Achse wird mit 360 units/s^2 in den Stillstand geführt.
4	FALSE	FALSE	TRUE↘FALSE	JOGGING→ STANDBY	Die Achse hat den Stillstand erreicht.
5	FALSE	FALSE↗TRUE	FALSE↗TRUE	STANDBY→ JOGGING	Die Achse beschleunigt mit 180 units/s^2 auf die negative Handfahrgeschwindigkeit -360 units/s.
6	FALSE	TRUE	TRUE	JOGGING	Die Achse verfährt konstant mit -360 units/s.
7	TRUE	TRUE	TRUE↘FALSE	ERROR	Die Achse wird mit 360 units/s^2 in den Stillstand geführt.
8	FALSE	FALSE	FALSE	ERROR→ STANDBY	Die Achse steht still und wechselt in den Zustand "STANDBY", wenn beide Eingänge *xJogPos* und *xJogNeg* den Wert FALSE haben.

Einzustellende Parameter

Die Parameter für das Handfahren befinden sich in der AXIS_REF in Subindex 181 ... 184.

Die Parameterwerte können während des Betriebs verändert werden. Sie werden bei erneutem Setzen der Eingänge *xJogPos* = TRUE oder *xJogNeg* = TRUE übernommen und sofort wirksam.

Die Handfahrparameter aus dem SPS-Programm können auch über den Baustein **L_MC1P_SetBasicParameter** geschrieben werden.

8.2 Referenzfahrt (Homing)

Voraussetzungen

- Des Technologiemodul befindet sich im Zustand "STANDBY".
- Die Achse ist freigegeben (*xReadyForMotion* = TRUE).

Ausführung

Mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xHomeExecute* wird die Referenzfahrt gestartet (Ausgang *xHomingBusy* = TRUE). Die Achse fährt solange, bis die Referenzposition erreicht ist.

Nach Erreichen des Referenzschalters wird *xIsHomed* = TRUE.

Bei erfolgreicher Beendigung der Referenzfahrt wechselt *xHomingDone* = TRUE.

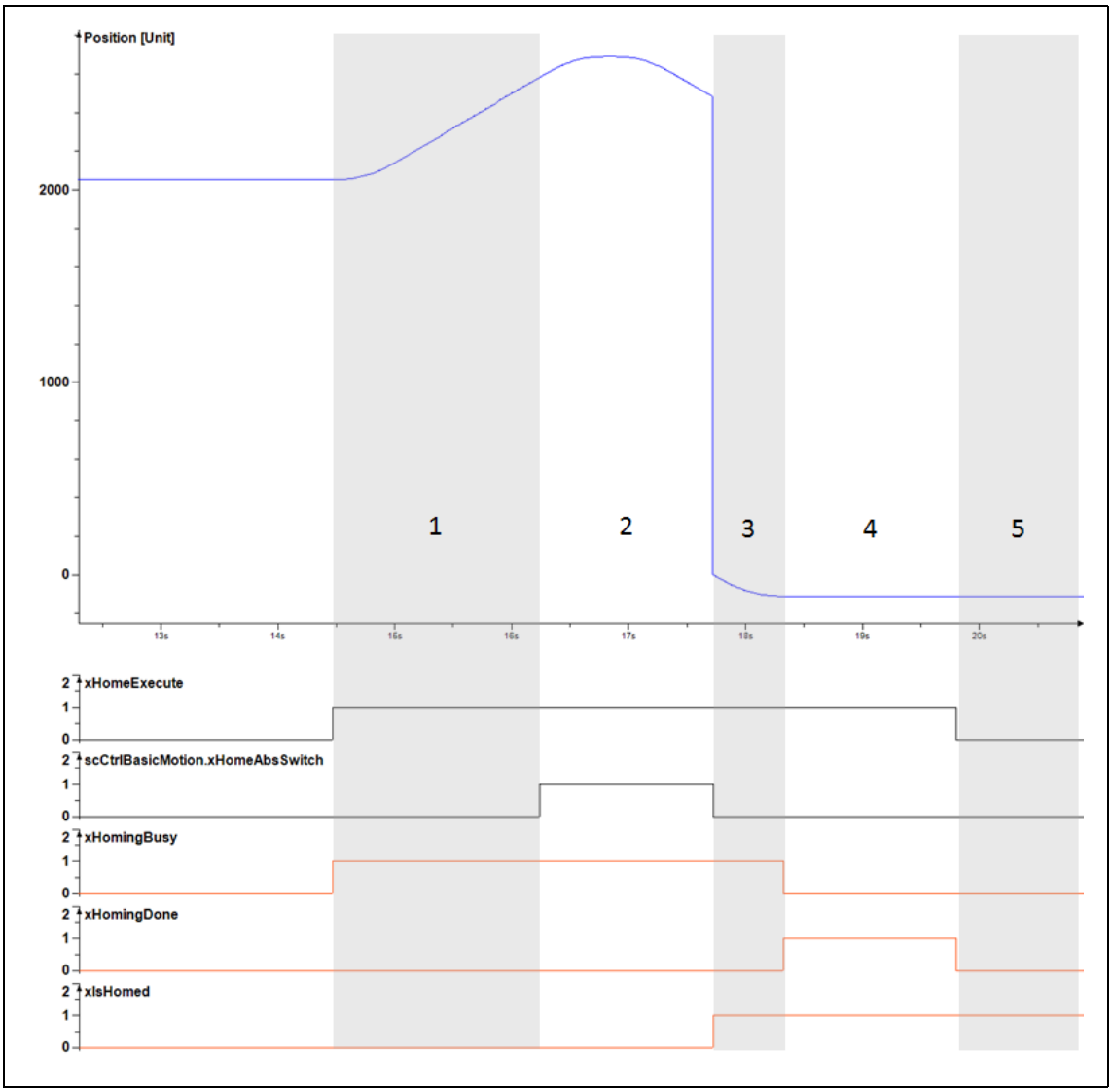
Wird *xHomeExecute* = FALSE gesetzt, dann wird in den Zustand "STANDBY" gewechselt und *xHomingDone* = FALSE gesetzt.

Abbruch der Referenzfahrt

Über den Eingang *xHalt* wird die Funktion abgebrochen.

Die Referenzfahrt wird nicht unterbrochen, wenn vorzeitig *xHomeExecute* = FALSE gesetzt wird.

Fahrdiagramm



[8-1] Referenzfahrt im Modul CwRpCcwRn mit der Referenzposition "0"

Nr	xHome Execute	xHome AbsSwitch	xHoming Busy	xHoming Done	xIsHomed	eTMState	INFO
1	FALSE↗TRUE	FALSE	FALSE↗TRUE	FALSE	FALSE	STANDBY→ HOMING	Die Achse startet die Referenzfahrt in positive Richtung.
2	TRUE	TRUE↘FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	HOMING	Die Achse wechselt die Drehrichtung aufgrund der positiven Flanke von *xHomeAbsSwitch*.
3	TRUE	FALSE↗TRUE	TRUE	FALSE	FALSE↗TRUE	HOMING	Die negative Flanke von *xHomeAbsSwitch* setzt die Position der Achse auf die Referenzposition 0 units und die Achse wird in den Stillstand geführt.
4	TRUE	FALSE	TRUE↘FALSE	FALSE↗TRUE	TRUE	HOMING	Sobald die Achse den Stillstand erreicht hat, wird *xHomingBusy* = FALSE und *xHomingDone* = TRUE gesetzt. *xHomingDone* ist TRUE, solange *xHomeExecute* = TRUE gesetzt ist, aber immer mindestens für einen Taktzyklus.
5	TRUE↘FALSE	FALSE	FALSE	TRUE↘FALSE	TRUE	HOMING→ STANDBY	Die Achse ist betriebsbereit und kann absolut positioniert werden.

Einzustellende Parameter

Die Parameter für die Referenzfahrt befinden sich in der AXIS_REF in Subindex 70 ... 83.

Die Handfahrparameter aus dem SPS-Programm können auch über den Baustein **L_MC1P_SetBasicParameter** geschrieben werden.

8.3 QSP Application

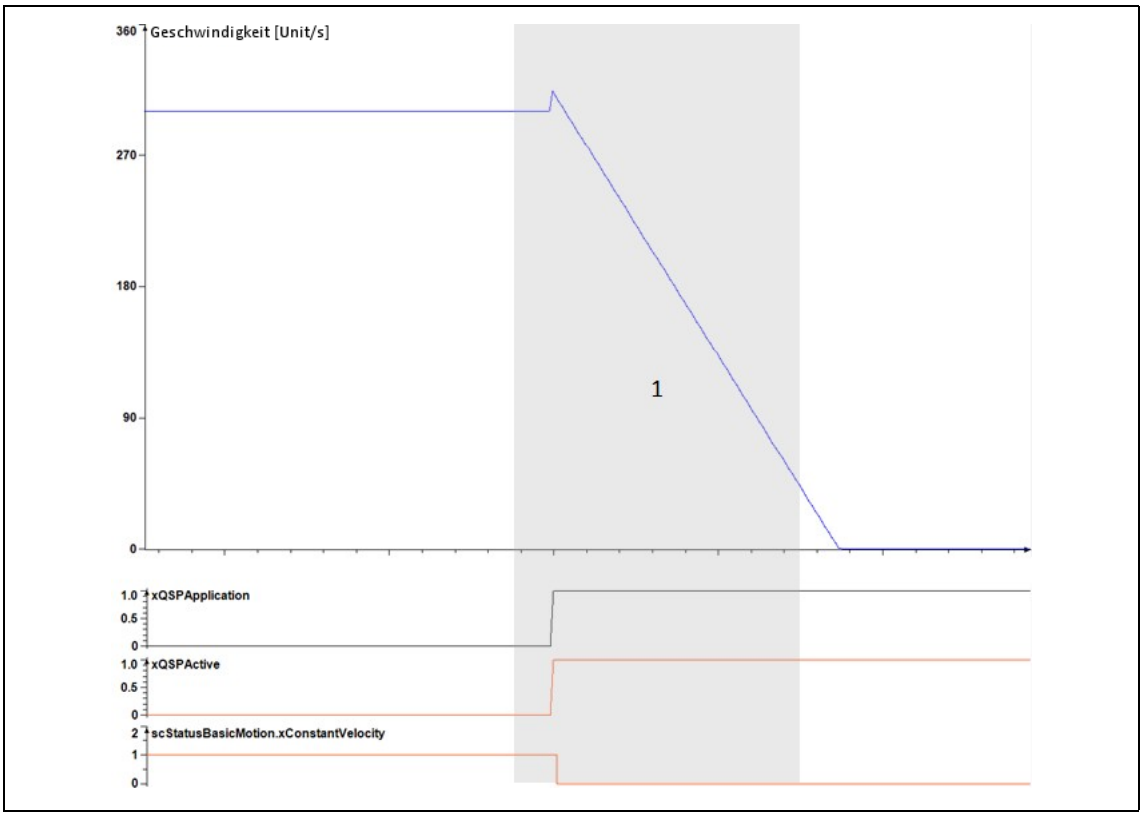
Voraussetzung

- Die Achse ist freigegeben (*xReadyForMotion* = TRUE).

Ausführung

Mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xQSPApplication* wird die aktuelle Bewegung der Achse unterbrochen und aufgrund ihres letzten aktuellen Geschwindigkeitswertes an der QSP-Application-Verzögerungsrampe in den Stillstand geführt. Der Parameter für die QSP-Application-Verzögerungsrampe wird in der AXIS_REF eingestellt.

Fahrdiagramm



Nr	xQSP Application	xQSPActive	xConstant Velocity	eTMState	INFO
1	FALSE↗TRUE	FALSE↗TRUE	TRUE↗FALSE	MOVEVEL→ STOP	Der Geschwindigkeitssollwert der Achse wird auf die letzte aktuelle Geschwindigkeit gesetzt und über die QSP-Application-Verzögerungsrampe in den Stillstand geführt.

Einzustellende Parameter

Die Parameter für den "QSP Application" befinden sich in der AXIS_REF in Subindex 48 und 49.

Die Handfahrparameter aus dem SPS-Programm können auch über den Baustein **L_MC1P_SetBasicParameter** geschrieben werden.

8.4 Halt

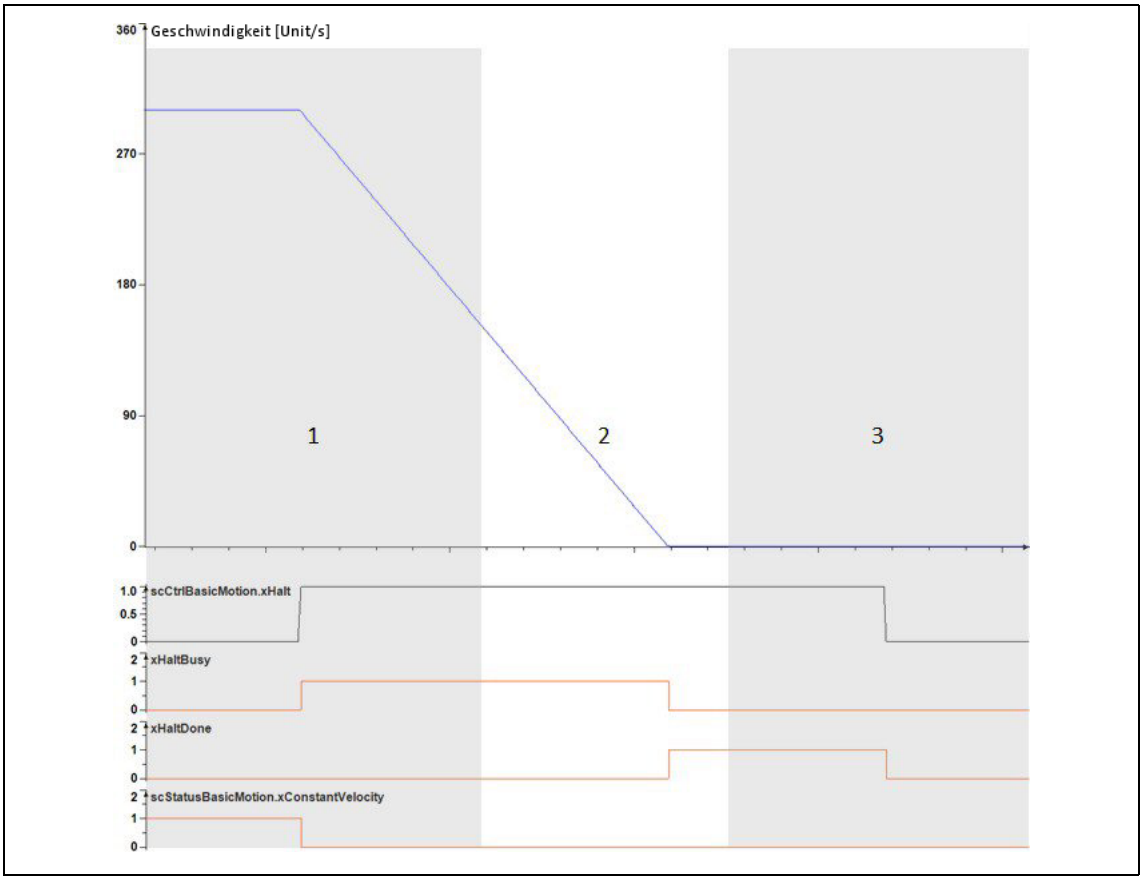
Voraussetzung

- Die Achse ist freigegeben (*xReadyForMotion* = TRUE).

Ausführung

Mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xHalt* wird die aktuelle Bewegung der Achse unterbrochen und mit der Halt-Verzögerungsrampe in den Stillstand geführt.

Fahrdiagramm

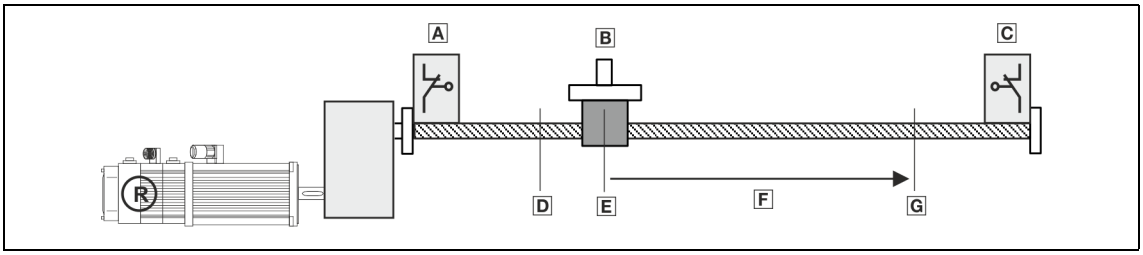


Nr	xHalt	xHaltBusy	xHaltDone	xConstant Velocity	eTMState	INFO
1	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	FALSE	TRUE↘ FALSE	MOVEVEL→ STOP	Die Achse verzögert mit der Halt-Verzögerungsrampe: *xHaltBusy* = TRUE *xConstantVelocity* = FALSE.
2	TRUE	TRUE↘ FALSE	FALSE↗ TRUE	FALSE	STOP	Die Achse wird in den Stillstand geführt: *xHaltBusy* = FALSE *xHaltDone* = TRUE
3	TRUE↘ FALSE	FALSE↗ TRUE	TRUE↘ FALSE	FALSE	STOP→ STANDBY	*xHalt* = FALSE *xHaltDone* = TRUE↗FALSE.

Einzustellende Parameter

Die Parameter für den Halt befinden sich in der AXIS_REF in Subindex 186 und 187.

8.5 Absolute Positionierung



[8-2] Beispiel: Absolute Positionierung einer linearen Achse

Pos.	Beschreibung
A	Negativer Hardware-Endschalter
B	Last (z. B. Schlitten)
C	Positiver Hardware-Endschalter
D	Nullposition des Maßsystems
E	Aktuelle Istposition
F	Zu fahrende Strecke
G	Zielposition (Eingang *lrPos_Dist*)

Bei der absoluten Positionierung wird die Zielposition im Eingang *lrPos_Dist* (G) als eindeutige absolute Position, bezogen auf die Nullposition des Maßsystems (D), vorgegeben. Die zu fahrende Wegstrecke (F) ergibt sich aus der Distanz zwischen der aktuellen Istposition (E) und der absoluten Zielposition (G).

Voraussetzungen

- Die Achse ist freigegeben (*xReadyForMotion* = TRUE).
- Die Achse ist referenziert (*xIsHomed* = TRUE).

Ausführung

Mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xMoveAbsExecute* wird eine Fahrt auf die absolute Zielposition im Eingang *lrPos_Dist* gestartet, gemäß der Parameter für das Bewegungsprofil (siehe unten). Das Technologiemodul wechselt in den Zustand "MOVEABS".

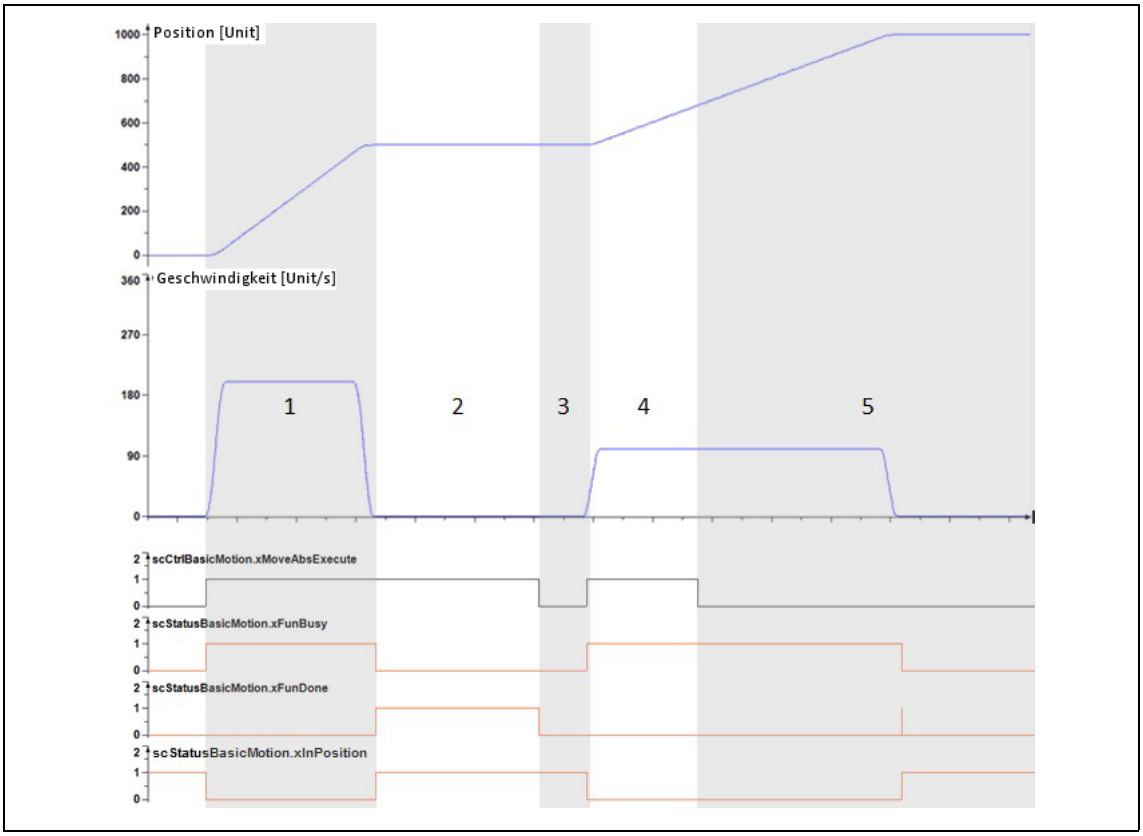
Zum Erreichen der Zielposition wird die Achse über den Parameter *lrDec* in den Stillstand geführt. Die Achse kommt genau in der Zielposition zum Stillstand.

Nach dem Erreichen der Zielposition wird zurück in den Zustand "STANDBY" gewechselt (*xMoveAbsExecute* = FALSE).

Während der Fahrt kann die absolute Zielposition im Eingang *lrPos_Dist* geändert werden. Hierbei ist ein erneutes Auslösen des Execute-Eingangs für die Positionierung erforderlich.

Eine Positionierung kann unterbrochen werden über *xAbort*, *xHalt* oder *xQSPApplication*. Über *xFinishPositioning* kann die Positionierung dann wieder fortgesetzt und beendet werden.

Fahrdiagramm



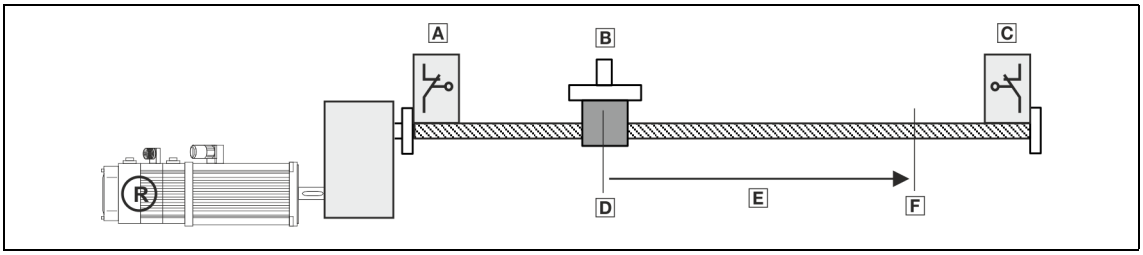
Nr	xMoveAbs Execute	xFunBusy	xFunDone	xInPosition	eTMState	INFO
1	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	FALSE	TRUE↘ FALSE	STANDBY→ MOVEABS	Die Achse startet die Positionierfahrt auf die absolute Zielposition 500 units.
2	TRUE	TRUE↘ FALSE	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	MOVEABS→ STANDBY	Nach Erreichen der Zielposition wird *xInPosition* = TRUE gesetzt.
3	TRUE↘ FALSE	FALSE	TRUE↘ FALSE	TRUE	STANDBY	Sobald *xMoveAbsExecute* = FALSE gesetzt wird, wechselt das Statussignal *xFunDone* von TRUE↘FALSE.
4	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	FALSE	TRUE↘ FALSE	STANDBY→ MOVEABS	Die Achse startet die Positionierfahrt auf die absolute Zielposition 1000 units.
5	TRUE↘ FALSE	TRUE↘ FALSE	FALSE↗ TRUE↘ FALSE	FALSE↗ TRUE	MOVEABS→ STANDBY	Nach Erreichen der Zielposition ist *xFunDone* = TRUE für genau einen Takt, weil während der Positionierung *xMoveAbsExecute* = FALSE angefordert wurde.

Einzustellende Parameter

- *lrVel*, Initialwert: 3600 [units/s]
- *lrAcc*, Initialwert: 36000 [units/s^2]
- *lrDcc*, Initialwert: 36000 [units/s^2]
- *lrJerk*, Initialwert: 0 [units/s^3]

Weitere Parameter für die absolute Positionierung befinden sich in der AXIS_REF in Subindex 130 ... 137.

8.6 Relative Positionierung



[8-3] Beispiel: Realtive Positionierung einer linearen Achse

Pos.	Beschreibung
A	Negativer Hardware-Endschalter
B	Last (z. B. Schlitten)
C	Positiver Hardware-Endschalter
D	Aktuelle Istposition
E	Zu fahrende Strecke (= Eingang *lrPos_Dist*)
F	Zielposition (Eingang aktuelle Istposition + *lrPos_Dist*)

Bei der relativen Positionierung entspricht die vorgegebene Zielposition im Eingang *lrPos_Dist* der zu fahrenden Wegstrecke (F = E). Der Antrieb fährt also genau die vorgegebene Distanz ab der aktuellen Istposition (D).

Voraussetzung

- Die Achse ist freigegeben (*xReadyForMotion* = TRUE).

Ausführung

Mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xMoveRelExecute* wird eine Fahrt auf die relative Zielposition (Eingang *lrPos_Dist*) gestartet, gemäß der Parameter für das Bewegungsprofil (siehe unten). Das Technologiemodul wechselt in den Zustand "MOVEREL":

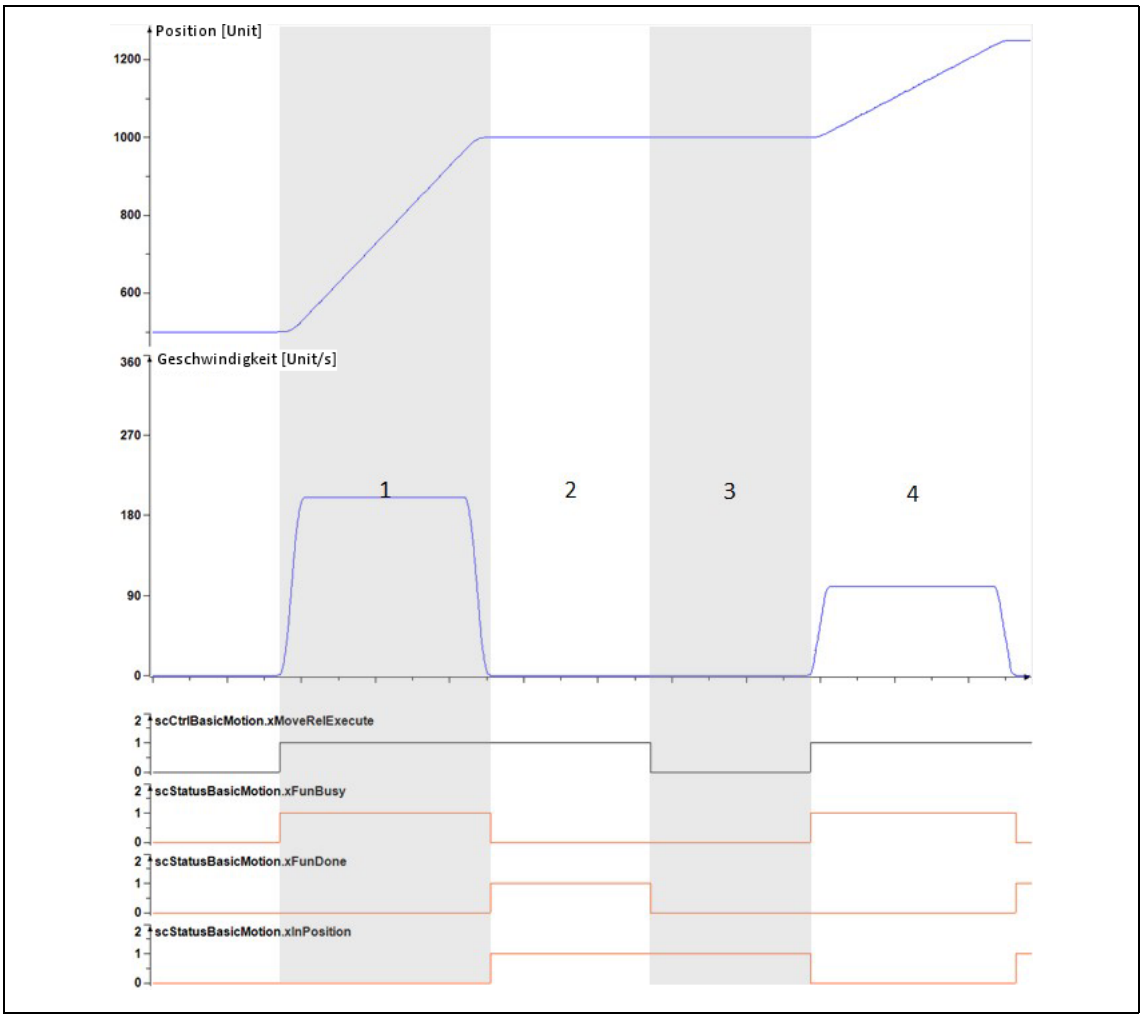
Zum Erreichen der Zielposition wird die Achse über den Parameter *lrDec* in den Stillstand geführt. Die Achse kommt genau in der Zielposition zum Stillstand.

Nach dem Erreichen der Zielposition wird zurück in den Zustand "STANDBY" gewechselt (*xMoveRelExecute* = FALSE).

Während der Fahrt kann die absolute Zielposition im Eingang *lrPos_Dist* geändert werden. Hierbei ist ein erneutes Auslösen des Execute-Eingangs für die Positionierung erforderlich.

Eine Positionierung kann unterbrochen werden über *xAbort*, *xHalt* oder *xQSPApplication*. Über *xFinishPositioning* kann die Positionierung dann wieder fortgesetzt und beendet werden.

Fahrdiagramm



Nr	xMoveRel Execute	xFunBusy	xFunDone	xInPosition	eTMState	INFO
1	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	FALSE	FALSE	STANDBY→ MOVEREL	Die Achse startet die Positionierfahrt auf die relative Zielposition 500 units.
2	TRUE	TRUE↘ FALSE	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	MOVEREL→ STANDBY	Sobald die relative Zielposition erreicht ist, wird *xInPosition* = TRUE und *xFunDone* = TRUE gesetzt.
3	FALSE↗ TRUE	FALSE-	TRUE↘ FALSE	TRUE	STANDBY	Sobald *xMoveRelExecute* = FALSE gesetzt wird, wechselt *xFunDone* von TRUE↘FALSE.
4	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE↘ FALSE	TRUE↘ FALSE↗ TRUE	TRUE↘ FALSE↗ TRUE	STANDBY→ MOVEREL→ STANDBY	Die Achse startet die Positionierfahrt auf die relative Zielposition 250 units. Nach Erreichen der relativen Zielposition wird *xInPosition* = TRUE und *xFunDone* = TRUE gesetzt.

Einzustellende Parameter

- *lrVel*, Initialwert: 3600 [units/s]
- *lrAcc*, Initialwert: 36000 [units/s^2]
- *lrDcc*, Initialwert: 36000 [units/s^2]
- *lrJerk*, Initialwert: 0 [units/s^3]

Weitere Parameter für die relative Positionierung befinden sich in der AXIS_REF in Subindex 130 ... 137.

8.7 Endlosfahrt mit definierter Geschwindigkeit

Voraussetzung

- Die Achse ist freigegeben (*xReadyForMotion* = TRUE).

Ausführung

Mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xMoveVelExecute* wird die Endlosfahrt gestartet, gemäß der Parameter für das Bewegungsprofil (siehe unten). Das Technologiemodul wechselt in den Zustand "MOVEVEL".

Die Achse fährt solange bis eine Software-Endlage erreicht wurde oder oder bis ein Hardware-Endschalter angefahren wurde:

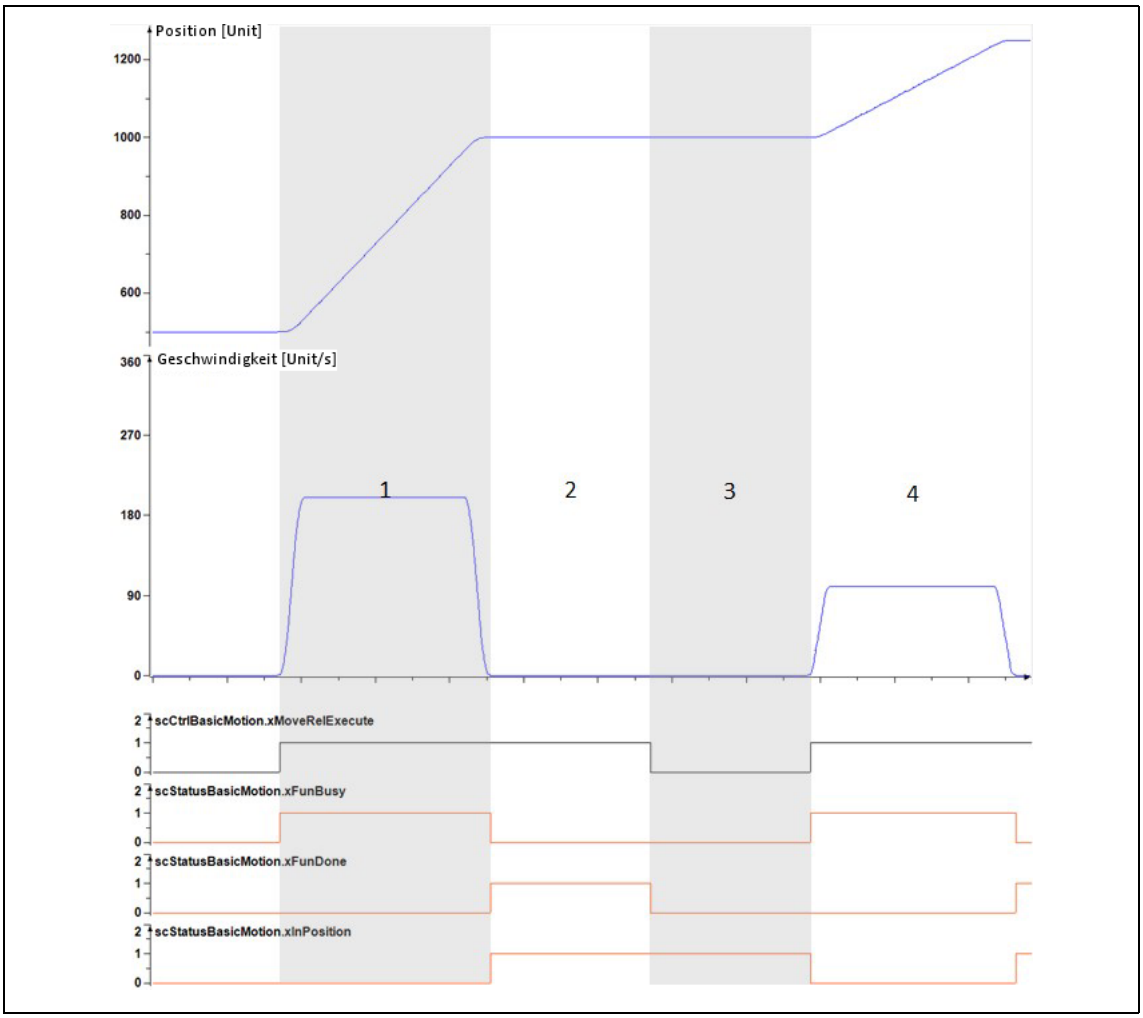
- Eingang *xDisableSWLimit* = FALSE
- Ausgang *xSwLimitEnabled* = TRUE
- Ausgang *xSwLimitSwitchPos/Neg* = TRUE
- Ausgang *xHwLimitSwitchPos/Neg* = TRUE

Bei Erreichen einer Software-Endlage wird die Achse über den Parameter *lrDec* in den Stillstand geführt.

Bei Erreichen eines Hardware-Endschalters wird die Achse über die QSP-Application-Verzögerungsrampe in den Stillstand geführt.

Danach wird zurück in den Zustand "STANDBY" gewechselt.

Fahrdiagramm



Nr	xMoveVel Execute	xAbort	xFunBusy	xFunDone	xConstant Velocity	eTMState	INFO
1	FALSE↗ TRUE↘ FALSE	FALSE	FALSE↗ TRUE	FALSE	FALSE	STANDBY→ MOVEVEL	Die Achse beschleunigt auf die Zielgeschwindigkeit von 200 units/s.
2	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	MOVEVEL	Nach Erreichen der Zielgeschwindigkeit, wechseln *xFunDone* von FALSE↗TRUE und *xConstantVelocity* von FALSE↗TRUE.
3	FALSE	FALSE↗ TRUE	TRUE↘ FALSE	TRUE↘ FALSE↗ TRUE	TRUE↘ FALSE	MOVEVEL→ STANDBY	Die Geschwindigkeitsfahrt wird durch *xAbort = TRUE* beendet und mit der Profilverzögerung in den Stillstand geführt. Nach Erreichen des Stillstands wird *xFunBusy* = FALSE gesetzt.

Einzustellende Parameter

- *lrVel*, Initialwert: 3600 [units/s]
- *lrAcc*, Initialwert: 36000 [units/s^2]
- *lrDcc*, Initialwert: 36000 [units/s^2]
- *lrJerk*, Initialwert: 0 [units/s^3]

Weitere Parameter für die Endlosfahrt mit definierter Geschwindigkeit befinden sich in der AXIS_REF in Subindex 50 ... 53 und Subindex 104 ... 105.

8.8 Abbruch und Beendigung einer Positionierung

Voraussetzung

- Die Achse ist freigegeben (*xReadyForMotion* = TRUE).

Ausführung

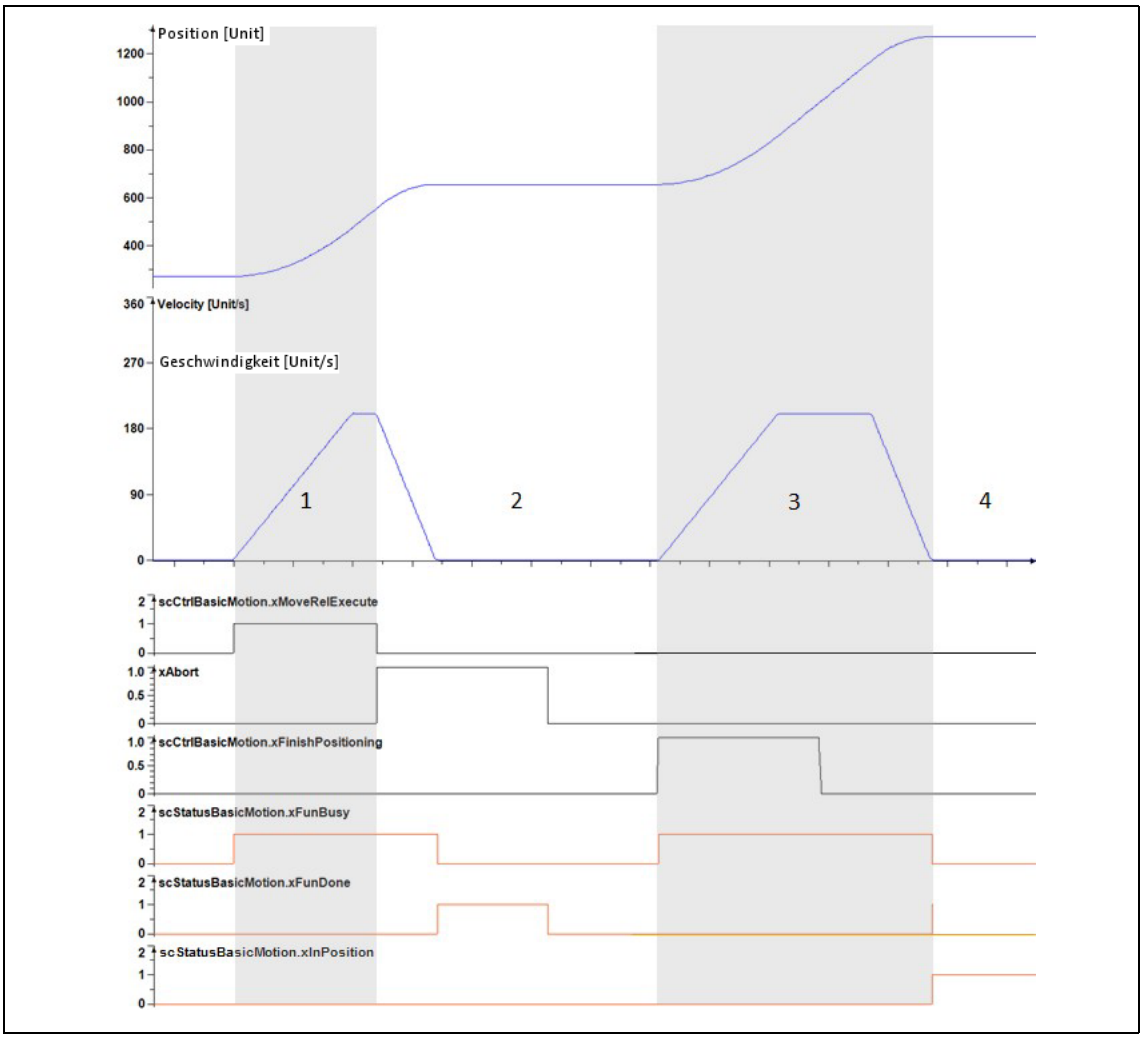
Eine aktive Positionierung wird mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xAbort* abgebrochen.

Die Achse fährt mit der Verzögerungsrampe *scPar.lrDec* in den Stillstand.

- Ausnahme: TM **SpeedControl** und TM **TablePositioning**
  Beide Technolgiemodule stellen mehrere Profildatensätze zur Verfügung von denen einer aktiv sein kann.
  Wenn einer dieser Profildatensätze aktiv ist, fährt die Achse mit der Verzögerungsrampe dieses aktiven Profildatensatzes in den Stillstand.
  Wenn kein Profildatensatz aktiv ist, wird die standardmäßige Verzögerungsrampe *scPar.lrDec* verwendet.

Die Positionierung wird beendet mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xFinishPositioning*.

Fahrdiagramm



Nr	xMoveRel Execute	xAbort	xFinish Positioning	xInPosition	eTMState	INFO
1	FALSE↗ TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	STANDBY→ MOVEREL	Die Achse startet die Positionierfahrt mit der relativen Zielposition 1000 units.
2	TRUE↘ FALSE	TRUE↘ FALSE	FALSE	FALSE	MOVEREL→ STOP→ STANDBY	Die Positionierfahrt wird mit *xAbort* = TRUE abgebrochen. Die Achse wird mit der Profilverzögerung in den Stillstand geführt.
3	FALSE	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE↘ FALSE	FALSE	STANDBY→ MOVEREL	Mit *xFinishPositioning* = TRUE wird die Positionierung fortgesetzt.
4	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE↗ TRUE	MOVEREL→ STANDBY	Sobald die relative Zielposition erreicht ist, werden *xInPosition* und *xFunDone* auf TRUE gesetzt.
	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE↘ FALSE	TRUE↘ FALSE↗ TRUE	TRUE↘ FALSE↗ TRUE	STANDBY→ MOVEREL→ STANDBY	Die Achse startet die Positionierfahrt mit der relativen Zielposition 250 units. Nach Erreichen der relativen Zielposition wird *sxInPosition* = TRUE und *xFunDone* = TRUE gesetzt.

8.9 Override für Geschwindigkeit

Voraussetzung

- Die Achse ist freigegeben (*xReadyForMotion* = TRUE).

Ausführung

Um Overrides für die aktiven Profildaten einstellen zu können, stehen am Technologiemodul die folgenden Eingänge zur Verfügung:

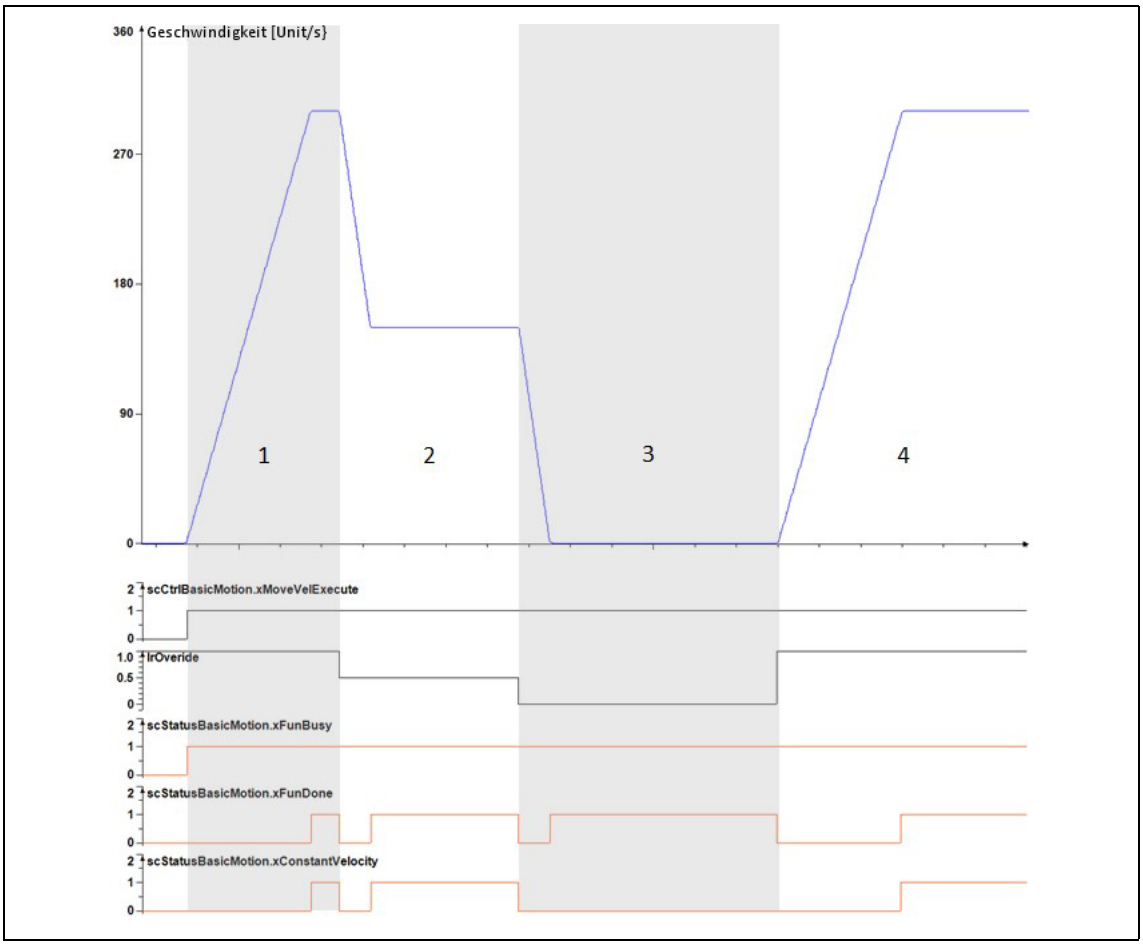
- *lrOverride*, Initialwert: 1.0
- *scCtrlBasicMotion.lrOverrideAcc,* Initialwert: 1.0 (100 %)
- *scCtrlBasicMotion.lrOverrideJerk*, Initialwert: 1.0 (100 %)

Für profilgenerierende Funktionen können separate Overrides für Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung und Ruck eingestellt werden.

Die eingestellten Werte wirken als Faktor und werden mit dem jeweils aktiven Wert multipliziert.

Beispiel

In diesem Beispiel wird die Verwendung des Eingangs *lrOverride* gezeigt.



Nr	xMoveVel Execute	lrOverride	xFunBusy	xFunDone	xConstant Velocity	eTMState	INFO
1	FALSE↗ TRUE	1	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	STANDBY→ MOVEVEL	Die Achse beschleunigt auf die Zielgeschwindigkeit von 300 units/s.
2	TRUE	0.5	TRUE	TRUE↘ FALSE↗ TRUE	TRUE↘ FALSE↗ TRUE	MOVEVEL	Der Override-Wert wird auf 0.5 gesetzt und die Achse verzögert mit der Profilverzögerung auf 150 units/s
3	TRUE	0	TRUE	TRUE↘ FALSE↗ TRUE	TRUE↘ FALSE	MOVEVEL	Der Override-Wert wird auf 0 gesetzt und die Achse wird mit der Profilverzögerung auf 0 units/s in den Stillstand geführt.
4	TRUE	1	TRUE	TRUE↘ FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	MOVEVEL	Der Override-Wert wird auf 1 gesetzt und die Achse beschleunigt mit der Profilbeschleunigung auf 300 units/s.

9 Beschreibung der Technologiefunktionen

9.1 Festlegung der Wickelrichtung (Aufwickeln/Abwickeln)

Damit die Vorsteuergrößen, die Störgrößenkompensation und auch das Korrektursignal des Tänzerlagereglers immer in die erforderliche Richtung wirken, ist eine einmalige Festlegung der "normalen Wickelrichtung" erforderlich.

Über den Eingang *xWindingDirection* können Sie einstellen, ob der Wickelantrieb – bezogen auf die normale Materialflussrichtung mit positiver Liniengeschwindigkeit – als Abwickler oder als Aufwickler arbeiten soll.

- *xWindingDirection* = TRUE: Abwickler (Das Material wird abgewickelt.)
- *xWindingDirection* = FALSE: Aufwickler (Das Material wird aufgewickelt.)

⚠WARNUNG!

Personenschäden

Verletzungsgefahr besteht durch Änderung der Einstellung am Eingang *xWindingDirection* während einer Bewegung. Dies kann zu einem Drehzahlsprung der Wicklerachse führen.

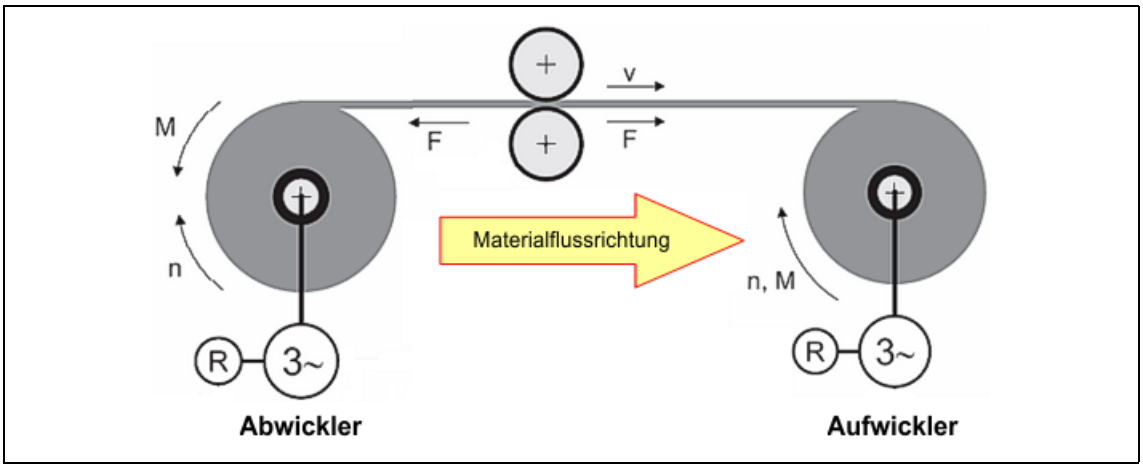
Mögliche Folgen

Tod oder schwere Verletzungen

Schutzmaßnahmen

Die Einstellung des Eingangs *xWindingDirection* nur ändern, wenn das Technologiemodul nicht ausgeführt wird und der Umrichter gesperrt ist:

- Eingang *xEnable* = FALSE
- Eingang *xEnableOperation* = FALSE



[9-1] Wirkrichtung von Drehzahl und Drehmoment in Abhängigkeit des Materialflusses

Automatische Erkennung der Wickelrichtung

Nach Festlegung der Wickelrichtung ist es möglich, die Wickelantriebe mit einer negativen Liniengeschwindigkeit auch in entgegengesetzter Richtung zu betreiben. Ein Eingriff in den Signalfluss ist bei Umkehrung der Materialflussrichtung nicht erforderlich. Die aktuelle Wickelrichtung wird am Ausgang *xUnwind* ausgeben.

Sonderfall: Erkennung der Wickelrichtung bei stehender Linie

- Abwickler: Eingang *xWindingDirectionStandstill* = TRUE
- Aufwickler: Eingang *xWindingDirectionStandstill* = FALSE.

9.2 Festlegung der Materialzuführung an den Wickler

Über den Eingang *xMaterialFeeding* legen Sie fest, ob das Material von oben oder von unten an den Wickler geführt wird.

▸ Funktionsbaustein L_TW2P_WinderTensionCtrlState (📖 17)

⚠WARNUNG!

Personenschäden

Verletzungsgefahr besteht durch Änderung der Einstellung am Eingang *xMaterialFeeding* während einer Bewegung. Dies kann zu einem Drehzahlsprung der Wicklerachse führen.

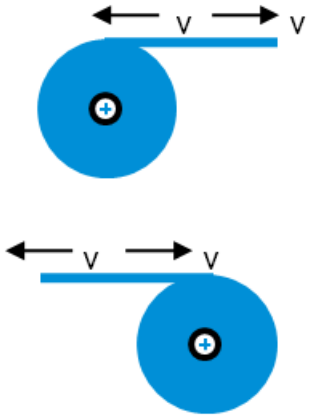
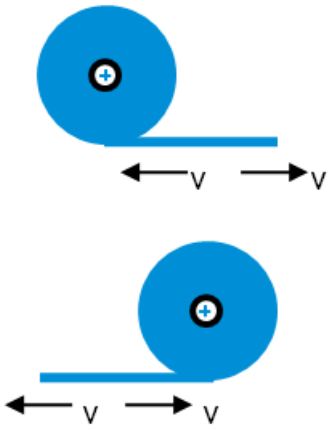
Mögliche Folgen

Tod oder schwere Verletzungen

Schutzmaßnahmen

Die Einstellung des Eingangs *xMaterialFeeding* nur ändern, wenn das Technologiemodul nicht ausgeführt wird und der Umrichter gesperrt ist:

- Eingang *xEnable* = FALSE
- Eingang *xEnableOperation* = FALSE

Material von oben (*xMaterialFeeding* = TRUE)	Material von unten (*xMaterialFeeding* = FALSE)
	

Die grundsätzliche Anpassung der Wicklerwellendrehrichtung an den Materialfluss erfolgt über die Motoranbaurichtung.

Einzustellende Parameter

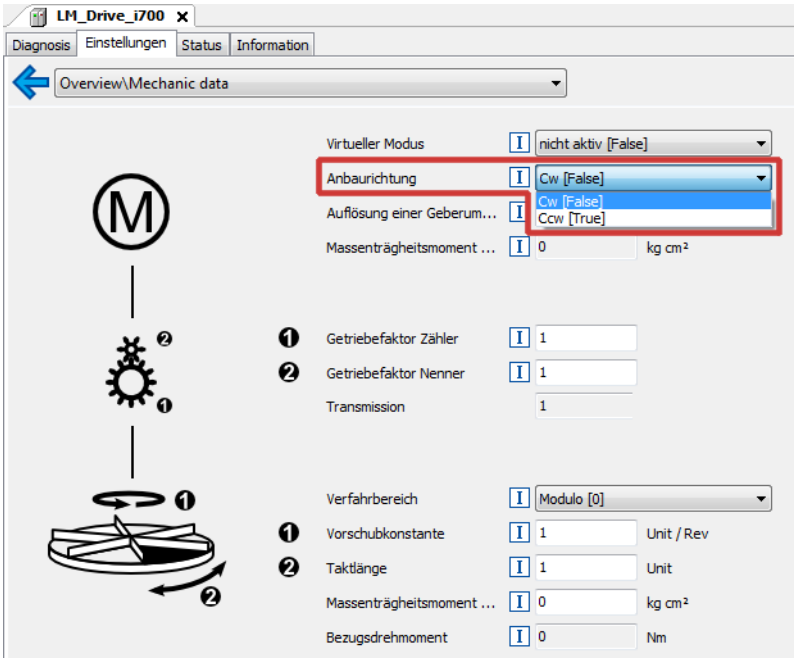
Die grundsätzliche Anpassung der Wicklerwellendrehrichtung an den Materialfluss erfolgt über die Motoranbaurichtung:

Index:Subindex	Parametername	Display
0x5050:010	Motoranbaurichtung	x

Die Parameter für die Wicklerwellendrehrichtung befinden sich in der Parameterstruktur L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25).

Einstellungen im »PLC Designer«

Die Drehrichtung der Achse stellen Sie im »PLC Designer« unter der Registerkarte **Einstellungen** ein:



9.3 Leitwertquelle für die Durchmesserberechnung

Das Technologiemodul arbeitet immer mit der Liniengeschwindigkeit am Eingang *lrSetLineVel*.
Die Liniengeschwindigkeit wird in der Einheit [mm/s] erwartet.

9.4 Durchmesserberechnung

Der aktuelle Durchmesser wird durch Division der Liniengeschwindigkeit mit der Wicklerdrehzahl und der Zahl π berechnet:

Berechnung des aktuellen Durchmessers

$$d_{act} = \frac{v_{Line}}{n_{Winder} \times \pi}$$

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
d_{act}	Aktueller Durchmesser	mm
V_{Linie}	Liniengeschwindigkeit	mm/s
$n_{Wickler}$	Wicklerdrehzahl	rev/s

Tatsächlich werden bei der Berechnung keine Momentanwerte für die Geschwindigkeit und Drehzahl verwendet sondern aufintegrierte Werte. Hierdurch erfolgt eine Mittelwertbildung. Die Anzahl der Umdrehungen, nach der eine Neuberechnung des Durchmessers erfolgt, wird über den Parameter *lrDiamCalcRegularDist* bestimmt. Der Initialwert dieses Parameters ist auf 1 Wicklerwellenumdrehung eingestellt.

Bei dünnen Materialien und unförmigen Wickelballen kann die Mittelwertbildung auf längere Distanzen erweitert werden. Eine geringere Berechnungsdistanz wird mit dem Parameter *lrDiamCalcReducedDist* festgelegt. Initalwert ist hier 1/10 einer Wicklerwellenumdrehung.

Für schnelle Durchmesseränderungen von *lrDiamCalcRegularDist* kann durch das Setzen des Eingangs *xDiamCalcReduced* = TRUE auf den schnellen Berechnungmodus umgeschaltet werden. Die kleinere Berechnungsdistanz wird mit dem Parameter *lrDiamCalcReducedDist* eingestellt. Als Initalwert muss hier 1/10 Wicklerwellenumdrehung vorgegeben werden.

Diese kleinere Berechnungsdistanz wird auch automatisch durch Laden eines Startdurchmessers aktiviert. Dieser Zustand bleibt solange erhalten, bis ein neuer Durchmesserwert berechnet wurde. Diese Funktion wird benötigt, wenn der reale Durchmesser des Wickelballens von dem geladenen Durchmesser stark abweichen kann. Damit dreht die Wickelwelle nur um eine kurze Distanz mit "falschem" Durchmesser. Nach der Durchmesserberechnung ist wieder ein passender Wert vorhanden.

Als Basis-Parameter müssen der minimale und maximale Durchmesser (Parameter *lrMinDiam, lrMaxDiam*) festgelegt werden. Diese Werte wirken einerseits als Begrenzung und andererseits beziehen sich alle prozentualen oder skalierten Durchmesserangaben auf den maximalen Durchmesser.

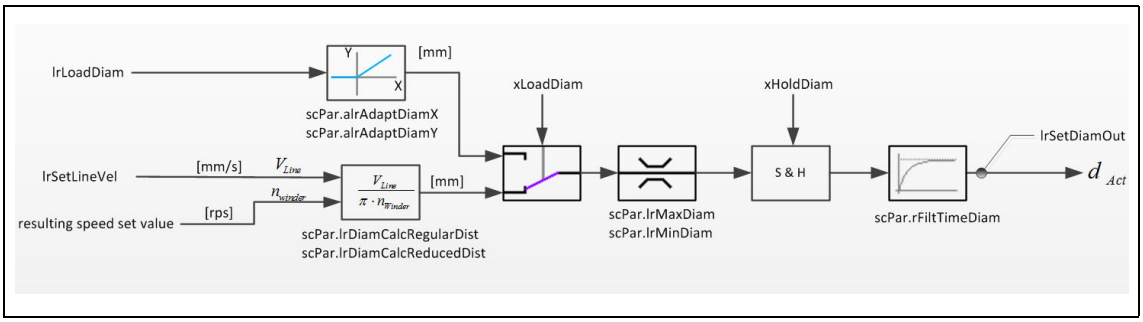
Einzustellende Parameter

Die Parameter für die Durchmesserberechnung befinden sich in der Parameterstruktur, siehe Auszug:

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrMaxDiam LREAL	Maximaler Durchmesser • Einheit: mm • Initialwert: 180
lrMinDiam LREAL	Minimale Durchmesser • Einheit: mm • Initialwert: 50
lrDiamCalcRegularDist LREAL	Reguläre Berechnungsdistanz für Durchmesser • Einheit: rev • Initialwert: 1
lrDiamCalcReducedDist LREAL	Verkürzte Berechnungsdistanz für Durchmesser • Einheit: rev • Initialwert: 0.1

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

Signalfluss zur Berechnung des Durchmessers



9.5 Durchmesser halten

In einigen Betriebszuständen des Wicklers, in denen die Liniengeschwindigkeit nicht der Umfangsgeschwindigkeit des Wickelballens entspricht, kann der aktuelle Durchmesser nicht aus der Liniengeschwindigkeit und der Motordrehzahl berechnet werden. In diesem Fall muss die Berechnung neuer Werte unterbunden werden; der Durchmesserwert wird auf dem alten Wert gehalten.

Wenn der Durchmesser gehalten wird, ist der Ausgang *xHoldDiamActive* = TRUE

Dies erfolgt automatisch bei folgenden Bedingungen:

- Liniengeschwindigkeit < Minimale Liniengeschwindigkeit
- In den Zuständen "STOP", "ERROR", "READY", "JOGGING" und "SYNCLINEVEL".

Für das anwenderseitige Halten des Durchmessers setzen Sie den Eingang *xHoldDiam* = TRUE.

Bei verrauschter Ist-Liniengeschwindigkeit kann die Funktion "Durchmesser halten" toggeln.

Empfehlung: Die Hysteresefunktion nutzen über den Paramter *lrHystlineStandstill*).

Über den Parameter *lrHystlineStandstill* wird die Hysterenweite festgelegt. Die aktuelle Liniengeschwindigkeit wird über die Hysterese bewertet. Die aus der Hysteresefunktion resultierende Istgeschwindigkiet wird mit der minimalen Liningeschwindigkeit verglichen.

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
lrMinLineVel LREAL	Minimale Liniengeschwindigkeit Bis zu dieser Geschwindigkeit wird der Durchmesser gehalten. • Einheit: mm/s • Initialwert: 1	
xHoldDiam BOOL	Aktuellen Durchmesser halten Initialwert: FALSE	
	TRUE	Der aktuelle Durchmesser wird gehalten.
	FALSE	Der aktuelle Durchmesser wird nicht gehalten.
lrHystlineStandstill LREAL	Hystereseweite für die Liniengeschwindigkeit Dadurch wird die verrauschte Liniengeschwindigkeit und die Richtungserkennung stabilisiert. Nach Ermittlung der maximalen Rauschamplitude des Eingangssignals muss dieser Wert eingestellt werden. Einheit: mm/s Initialwert: 0	

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.6 Durchmesser über einen Sensor vorgeben

Zu Beginn eines Wickelvorgangs kann es erforderlich sein, einen Startdurchmesser vorzugeben oder das Signal eines Durchmessersensors zu verwenden, damit die Sollwertbildung für den Wickelantrieb und auch die Störgrößenkompensation passend starten können.

Mit dem Eingang *lrLoadDiam* können Sie einen Startdurchmesser festlegen, der mit *xLoadDiam* = TRUE mit höchster Priorität übernommen und zyklisch geladen wird.

Ebenso kann ein externer Durchmesserwert, z. B. von einem Ultraschallsensor, auf den Eingang *lrSetDiam* geschaltet werden. Dieser Analogwert kann über eine Kurvenfunktion Y = f(x) adaptiert werden. Die Kurvenfunktion wird mit neun Stützpunkten über die Parameter *alrAdaptDiamX[1...9]* und *alrAdaptDiamY[1...9]* eingestellt. Damit der Analogwert als Startdurchmesser verwendet wird, ist der adaptierte Kurvenverlauf mit *alrAdaptDiamY* = *alrAdaptDiamX* initialisiert. Das Sensorsignal kann auch permanent geladen werden.

In der Praxis werden häufig Ultraschallsensoren mit analoger Ausgangsgröße (0 ... 10 V) zur Erfassung eines Durchmessers eingesetzt. Über eine Kurvenfunktion Y = f(x) können eventuelle Nichtlinearitäten eines solchen Sensors kompensiert werden. Die Funktion wirkt auf den Wert, der über den Messpunkt *MP_lrSetDiamUnfiltered* diagnostiziert werden kann. Die Kurvenfunktion wird mit neun Stützpunkten über die Parameter *alrAdaptDiamX* und *alrAdaptDiamY* eingestellt. Mit der Standardeinstellung der Kurvenfunktion erfolgt keine Adaption. Der Startdurchmesser wird 1:1 durchgereicht.

Einzustellende Parameter

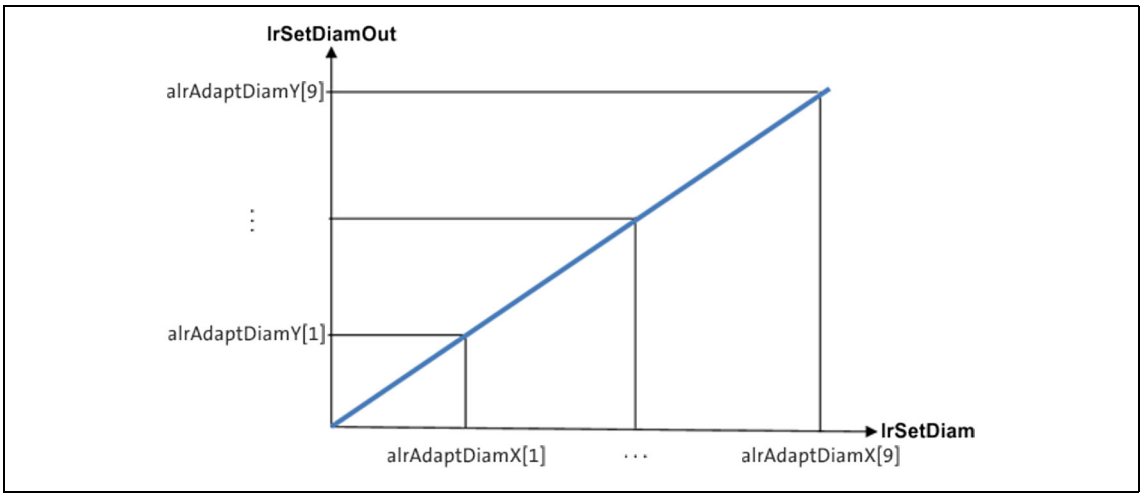
Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrLoadDiam LREAL	Vorgabe eines (Start-)Durchmessers Der Durchmesser wird zyklisch geladen, wenn der Eingang *xLoadDiam* = TRUE gesetzt ist. • Einheit: mm • Initialwert: 0
alrAdaptDiamX ARRAY [1...9] OF LREAL	Stützpunkte der Kurvenfunktion für das Laden des Durchmessers • Werte, die am analogen Eingang *lrSetDiam* anliegen können. • Einheit: mm • Initialwerte: 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800
alrAdaptDiamY ARRAY [1...9] OF LREAL	Stützpunkte der Kurvenfunktion für das Laden des Durchmessers • Funktionswerte für den Durchmesser • Einheit: mm • Initialwerte: 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

Beispiel: Laden eines Durchmessers über eine Kurvenfunktion

Tipp!

Falls der reale Durchmesser zum Laden nicht bekannt ist (kein Sensor, keine Bedienereingabe möglich), dann sollte ein mittlerer Durchmesser geladen werden.



[9-2] Beispiel: Laden eines Durchmessers über eine Kurvenfunktion

9.7 Materiallängenzähler

Freigabe des Materiallängenzählers

Der Materiallängenzähler wird mit dem Eingang *xEnable* = TRUE aktiviert.

Die Materiallänge wird durch Integration der Liniengeschwindigkeit am Eingang *lrSetLineVel* berechnet und am Ausgang *lrMaterialCounter* (in Milimeter) angezeigt. Je nach Festlegung der Wickelrichtung wird die Materiallänge hoch- oder runtergezählt.

▸ Festlegung der Wickelrichtung (Aufwickeln/Abwickeln) (📖 59)

Für das Analogsignal der Liniengeschwindigkeit kann der aktuelle Wert der Materiallänge mit einer PT1-Charakteristik gefiltert werden. Die Filterzeit wird mit dem Parameter *rFiltTimeMaterialCounter* eingestellt.

Der aktuelle Wert der Materiallänge wird in den persistenten Daten gespeichert.

▸ L_TW2P_PersistentVarWinder (📖 90)

Vorladen des Materiallängenzählers

Für die Initialisierung der Materiallänge kann über den Parameter *lrSetMaterialPos* eine Anfangsmateriallänge eingestellt werden. Mit einer FALSE↗TRUE-Flanke am Eingang *xSetMaterialCounter* wird die Anfangsmateriallänge mit höchster Priorität übernommen.

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrSetMaterialPos LREAL	Position des Materiallängenzählers Mit einerFALSE↗TRUE-Flanke am Eingang *xSetMaterialCounter* wird der Materiallängenzähler (Ausgang *lrMaterialCounter*) auf den Wert in *lrSetMaterialPos* gesetzt. • Einheit: mm • Initialwert: 0
rFiltTimeMaterialCounter REAL	Filterzeitkonstate für den Materiallängenzähler (Ausgang *lrMaterialCounter*) • Initialwert: 0 (Filter ist deaktiviert.)

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

Quellen für die Materiallängenzählung

Die Materiallängenzählung kann aus einer von drei unterschiedlichen Quellen und nach zwei unterschiedlichen Verfahren erfolgen.

Quelle	Auswahl der Quelle		INFO
	Anschluss an *MaterialCounterAxis*	*xLineVelDiamCalc*	
lrSetLineVel	nein	FALSE	Materiallängenzähler über Eingang 'lrSetLineVel'
MaterialCounterAxis	ja	wird nicht gewertet	Materiallängenzähler über Referenzachse 'MaterialCounterAxis'

9.7.1 Materiallängenzähler über Eingang 'lrSetLineVel'

Voraussetzungen

- Es ist keine Referenzachse am Eingang *MaterialCounterAxis* angeschlossen.
- Paramter *xLineVelDiamCalc* = FALSE

Funktionsweise

In die Materiallängenzählung wird zusätzlich zur Position (*lrSetMaterialPos*) die Liniengeschwindigkeit am Eingang *lrSetLineVel* integriert.

Der resultirende Wert wird als Materiallänge am Ausgang *lrMaterialCounter* angezeigt und persistent gespeichert.

Mit einer FALSE↗TRUE-Flanke am Eingang *xSetMaterialCounter* wird die Materiallänge aus dem Parameter *lrSetMaterialPos* geladen. Dabei wird die Materiallänge am Ausgang *lrMaterialCounter* direkt auf den Wert von *lrSetMaterialPos* gesetzt. Die weitere Zählung wird auf den am Ausgang gesetzten Wert der Materiallänge addiert.

Bei einem verrauschten Signal wird die Materialzählung durch die Integration der Liniengeschwindigkeit verfälscht. Hierbei kann eine Drift des Materiallängenzählers beobachtet werden, auch wenn die Linie steht.

9.7.2 Materiallängenzähler über Referenzachse 'MaterialCounterAxis'

Voraussetzung

- Eine Referenzachse (Modulo-Achse) ist am Eingang *MaterialCounterAxis* angeschlossen.

Funktionsweise

Als Basis wird die Ermittlung der verlustfreien Anzahl der Umdrehungen für die Materiallängenzählung verwendet. Dieses Verfahren eignet sich für verauschte Signale.

Hierbei werden ganze Umdrehungen und der Bruchteil einer Umdrehung erfasst. Über die Vorschubkonstante der Referenzachse (Modulo-Achse) wird die Materiallänge am Ausgang *lrMaterialCounter* angezeigt.

Die Anzahl der gezählten Umdrehungen kann über den Messpunkt *MP_liRevCounter* ausgelesen werden. Der Bruchteil einer Umdrehung wird über den Messpunkt *MP_lrRevCounterResidual* angezeigt. Die Werte dieser Messpunkte werden persistent gespeichert.

Mit einer FALSE↗TRUE-Flanke am Eingang *xSetMaterialCounter* wird die Materiallänge aus dem Parameter *lrSetMaterialPos* geladen. Dabei wird die Materiallänge über die Vorschubkonstante der Achse in die Anzahl der Umdrehungen umgerechnet und gespeichert.

Die Materiallänge aus dem Parameter *lrSetMaterialPos* wird am Ausgang *lrMaterialCounter* ausgegeben.

Eine genaue Materiallängenzählung kann nur bei einem schlupffreien Messrad erfolgen. Ein schlupfbehaftetes Messrad auf dem Material führt zu Fehlern in der Materiallängenzählung.

9.8 Tippbetrieb mit 1/d-Bewertung

Tipp!

Die Begrenzungsfunktion "Sichere Geschwindigkeit" (SLS1, SLS2 ...) kann die Geschwindigkeit aus der Funktion "Handfahren" (*xLineJogPos*, *xLineJogNeg*) begrenzen, wenn der Parameter "160" (Follower SLS Reaction) der Wicklerachse auf TRUE gesetzt ist.

Bei diesem Betrieb wird ein manuelles Tippen der Linie ausgeführt. Die Funktion unterscheidet sich zur Basic-Motion-Funktion "Handfahren". Die Vorschubkonstante in [mm/rev] ist beim Wickler nicht konstant, da sich der Umfang des Wicklers mit dem aktuellen Durchmesser ändert. Die tatsächliche Drehzahl der Wickelwelle hängt also nicht nur von der parametrierten Handfahrgeschwindigkeit ab, sondern auch vom aktuellen Durchmesser. Der aktuelle Durchmesser, Ausgang *lrSetDiamOut,* sollte also dem realen Durchmesser entsprechen, wenn der Tippbetrieb angefordert wird, ansonsten könnte die Wickelwelle mit einer nicht erwarteten Drehzahl bewegt werden.

'Positiv Tippen' bedeutet, dass das Material in Materialflussrichtung bewegt wird.

'Negativ Tippen' bedeutet, dass das Material gegen Materialflussrichtung bewegt wird.

Die Drehrichtung der Wickelwelle wird also dabei auch von der Materialführung beeinflusst, die über den Eingang *xMaterialFeeding* festgelegt wird.

Mit dem Eingang *xJogLinePos* = TRUE wird die Linie in positive Richtung und mit dem Eingang *xJogLineNeg* = TRUE in negative Richtung gefahren. Die Linie wird solange gefahren, wie der Eingang TRUE gesetzt bleibt. Der laufende Fahrbefehl kann nicht durch den anderen Jog-Befehl abgelöst werden.

Die parametrierbaren Sollwerte *lrJogLineVel, lrJogLineAcc* und *lrJogLineDec* für das Handfahren beziehen sich auf die Umfangsgeschwindigkeit oder Liniengeschwindigkeit und nicht auf die Motordrehzahl.

Die Parameterwerte können während des Betriebes verändert werden. Sie werden bei erneutem Setzen der Eingänge *xJogLinePos* = TRUE oder *xJogLineNeg* = TRUE übernommen.

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrJogLineAcc LREAL	Beschleunigung für den Tippbetrieb mit der 1/d-Bewertung. Vorgabe, mit welcher Geschwindigkeitsänderung maximal beschleunigt werden soll. • Einheit: mm/s^2 • Initialwert: 100
lrJogLineDec LREAL	Verzögerung für den Tippbetrieb mit der 1/d-Bewertung. Vorgabe, mit welcher Geschwindigkeitsänderung maximal verzögert werden soll. • Einheit: mm/s^2 • Initialwert: 10
lrJogLineVel LREAL	Geschwindigkeit für den Tippbetrieb mit der 1/d-Bewertung. Vorgabe, mit welcher Geschwindigkeit maximal verfahren werden soll. • Einheit: mm/s • Initialwert: 10

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.9 Synchronisierung auf die Liniengeschwindigkeit

Im Zuge der Inbetriebnahme, noch ohne Material, kann eine einfache Geschwindigkeitsfolger-Funktion genutzt werden. Hierbei kann geprüft werden, ob die Achse dem Leitwert prinzipiell mit der erwarteten Drehzahl, auch bei sich ändernden Durchmesser, folgt. Als Prüfmittel wird in der Praxis häufig ein Hand-Tacho am Umfang des Wicklers kontaktiert, der die tatsächliche Umfangsgeschwindigkeit anzeigt. Diese kann dann mit der angezeigten *lrSetLineVel* verglichen werden. Der aktuelle Durchmesser *lrSetDiamOut* sollte dem realen Durchmesser entsprechen, wenn die Geschwindigkeitsfolger-Funktion angefordert wird, ansonsten könnte die Wickelwelle mit einer nicht erwarteten Drehzahl bewegt werden.

Die Synchronisierung der Wicklerachse auf die Liniengeschwindigkeit wird mit *xSyncIn* = TRUE ausgeführt.

Die Parameter *lrSyncLineAcc* und *lrSyncLineDec* beziehen sich auf die Umfangsgeschwindigkeit oder Liniengeschwindigkeit und nicht auf die Motordrehzahl.

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrSyncLineAcc LREAL	Beschleunigung zur Synchronisierung auf die Liniengeschwindigkeit • Einheit: mm/s^2 • Initialwert: 100
lrSyncLineDec LREAL	Verzögerung zur Synchronisierung auf die Liniengeschwindigkeit • Einheit: mm/s^2 • Initialwert: 100

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.10 Zugkraftsteuerung auf Basis Drehmomentsteller

Mit der Technologie können drei verschiedene Wickler-Regelverfahren umgesetzt werden:

Regelverfahren	Parameter-Einstellung	
	eTensCtrlMode	lrTensCtrlGain
Drehmoment-basiert - open loop (Zugkraftsteuerung)	0: "TorqueBased"	= 0
Drehmoment-basiert - closed loop (Zugkraftregelung)	0: "TorqueBased"	≥ 0
Drehzahl-basiert - closed loop (Zugkraftregelung)	1: "SpeedBased"	≥ 0

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

Wenn kein Zugkraftistwert für einen geschlossenen Zugkraftregelkreis zur Verfügung steht, kommt eine einfache Zugkraftsteuerung zur Anwendung. Die Parameter-Einstellungen dazu sind:

- *eTensCtrlMode* = 0: "TorqueBased"
- *lrTensCtrlGain* = 0 (Drehmoment-basiert open loop)

Das Regelkonzept der Zugkraftsteuerung basiert auf einer direkten Steuerung des Motordrehmomentes in Abhängigkeit des Zugkraftsollwertes und dem aktuellen Durchmesser. Die Motordrehzahl wird dabei nicht geregelt, allenfalls begrenzt über die Drehzahlklammerung im Falle eines Bahnrisses.

Freigabe der Zugkraftsteuerung/-regelung

Mit dem Eingang *xTensCtrl* = TRUE wird die Zugkraftsteuerung/-regelung aktiviert. Das Technologiemodul wechselt in den Zustand "TENSIONCTRL" und der Statusausgang *xWindingBusy* = TRUE gesetzt.

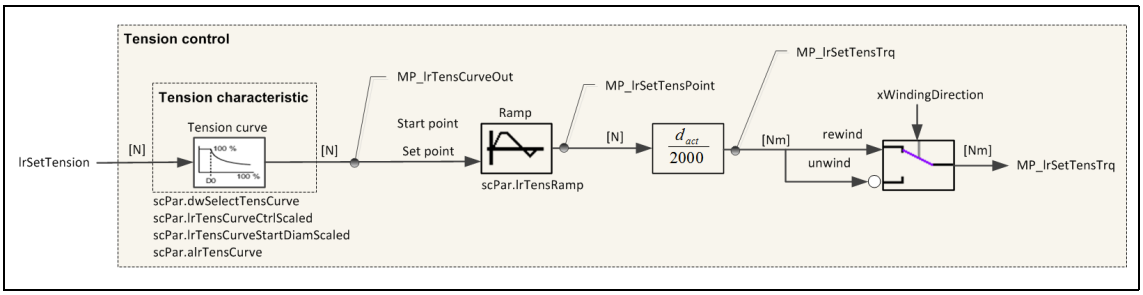
Rampengenerator für den Zugkraftsollwert

Der Zugkraftsollwert wird zunächst über einen Rampengenerator geführt, um Sollwertsprünge zur vermeiden. Die Rampenfunktion ist über den Parameter *lrTensRamp* an das erforderliche Zeitverhalten in der der Anwendung anzupassen. Mit dem Standardwert von 50 N/s dauert es z. B. 2 s um 100 N Zug am Material aufzubauen. Die Rampenfunktion wird mit einem Startwert Null initialisiert, solange der zugkraftgesteuerte/-geregelte Betrieb nicht aktiv ist.

Der aktuelle Zugkraftsollwert nach der Rampenfunktion kann im Signalfluss über Messpunkt *MP_lrSetTensPoint* [N] diagnostiziert werden.

Durch die Bewertung mit dem aktuellen Durchmesser wird die Zugkraft [N] in ein Drehmoment [Nm] umgerechnet.

Bei aktivem Abwickelbetrieb wird das resultierende Drehmoment invertiert. Der resultierende Drehmomentsollwert aus der Zugkraftsteuerung wird im Signalfluss über Messpunkt *MP_lrSetTensTrq* [Nm] angezeigt.



[9-3] Signalfluss der Zugkraftsteuerung

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
eTensCtrlMode L_TW2P_WinderTensionControlMode	Auswahl der Regelungsart der Achse für den Wickelballen Der Modus wirkt im Wickelbetrieb, wenn die Zugkraftsteuerung/-regelung aktiviert wird. • Initialwert: 0	
	0	"TorqueBased" Die Drehmomentregelung wird im Antrieb aktiviert, wenn das Technologiemodul in den Zustand "TENSIONCTRL" wechselt.
	1	"SpeedBased" Die Drehzahlregelung wird im Antrieb aktiviert, wenn das Technologiemodul in den Zustand "TENSIONCTRL" wechselt.
lrTensCtrlGain LREAL	Reglerverstärkung • Initialwert: 0	
lrTensRef LREAL	Maximal erlaubte Zugkraft • Einheit: N • Initialwert: 50	
lrTensRamp LREAL	Beschleunigungsrampe für den Zugkraftsollwert • Einheit: N/s • Initialwert: 50	

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.11 Drehzahlvorsteuerung

Die Drehzahlvorsteuerung wird für den drehzahlgeregelten Betrieb des Wicklers aktiviert. Der drehzahlgeregelte Betrieb wird mit dem Parameter *eTensCtrlMode* = 1 ("SpeedBased") aktiviert.

Die Solldrehzahl für die Drehzahlvorsteuerung wird durch Division der Liniengeschwindigkeit am Eingang *lrSetLineVel* mit dem aktuellen Durchmesser und der Zahl π berechnet:

Berechnung der Solldrehzahl für die Drehzahlvorsteuerung

$$n_{Set} = \frac{v_{Line}}{d_{act} \times \pi}$$

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
n_{Set}	Solldrehzahl für die Drehzahlvorsteuerung	rev/s
v_{Line}	Liniengeschwindigkeit am Eingang *lrSetLineVel*	mm/s
d_{act}	Aktueller Durchmesser	mm

Damit die Wicklersolldrehzahl mit der Motorsolldrehzahl und dem Liniengeschwindigkeitssignal übereinstimmen, ist die passende Einstellung für die Motorbezugsdrehzahl zwingend erforderlich. Deshalb erfolgt die Berechnung und Parametrierung automatisch und wird nicht dem Anwender überlassen.

Die normierte Wicklersolldrehzahl am Ausgang *lrWndSpdRef* bezieht sich auf die Motordrehzahl, die bei minimalem Durchmesser d_{min} erforderlich ist, um die Bezugsliniengeschwindigkeit am Umfang des Wickelballens zu erreichen.

So prüfen Sie die Drehzahlvorsteuerung:

1. Laden Sie den Durchmesserrechner mit dem minimalen Durchmesser (d_{min}):
   - Eingang *lrSetDiam* = 0 (oder ≤ d_{min})
   - Eingang *xLoadDiam* = TRUE
2. Bei der Synchronisierung auf die Liniengeschwindigkeit mit dem Eingang *xSyncIn* = TRUE folgt die Wicklerachse dem Liniengeschwindigkeitssollwert ausschließlich drehzahlgeregelt, ohne dass die Tänzerlage korrigiert wird.

   ▸ Synchronisierung auf die Liniengeschwindigkeit (📖 73)
3. Starten Sie den Liniengeschwindigkeits-Master und erhöhen die Geschwindigkeit, z. B. bis auf 50 %. Der Wickler muss nun mit der Hälfte der Referenzdrehzahl, die am Ausgang *lrWndSpdRef* berechnet wird, drehen.
4. Die Umfangsgeschwindigkeit des Wicklers muss nun der Hälfte der Referenz *lrLineVelRef* entsprechen. Das aktuelle Liniengeschwindigkeitssignal wird im Ausgang *lrSetLineVelScaledOut* = 0.5 [x 100 %] = 50 % angezeigt.

Bei falscher Geschwindigkeit oder Drehrichtung prüfen Sie die oben aufgeführte Festlegung der Systemdaten.

9.12 Zugkraftsteuerung über Kennlinienfunktion

In Abhängigkeit von der Oberfläche und der Art des Wickelmaterials ist es bei vielen Aufwicklern erforderlich, dass die Zugkraft mit zunehmendem Durchmesser reduziert wird, damit der Wickelballen nicht verschoben wird. Man spricht hierbei von der Wickelcharakteristik oder Zugkraftcharakteristik.

Es ist üblich die Zugkraftbeeinflussung in der Wicklersteuerung vorzunehmen, um den adaptierten Sollwert dann, z. B. auf ein pneumatisches Stellglied, wiederzugeben.

Damit die materialabhängige Charakteristik erreicht wird, wird der eigentliche Zugkraftsollwert aus dem Eingang *lrSetTens* über Kennlinienfunktionen oder durchmesserabhängig bewertet.

Die Adaption kann entsprechend verschiedener Prinzipien erfolgen:

- Kennlinie für einen linearen Zugkraftverlauf (Parameter dwSelectTensCurve = 0) (📖 78)
- Kennlinie für einen linearen Drehmomentverlauf (Parameter dwSelectTensCurve = 1) (📖 79)
- Freidefinierbare Kennlinie mit 65 Stützstellen (Parameter dwSelectTensCurve = 2) (📖 80)

Einzustellende Parameter

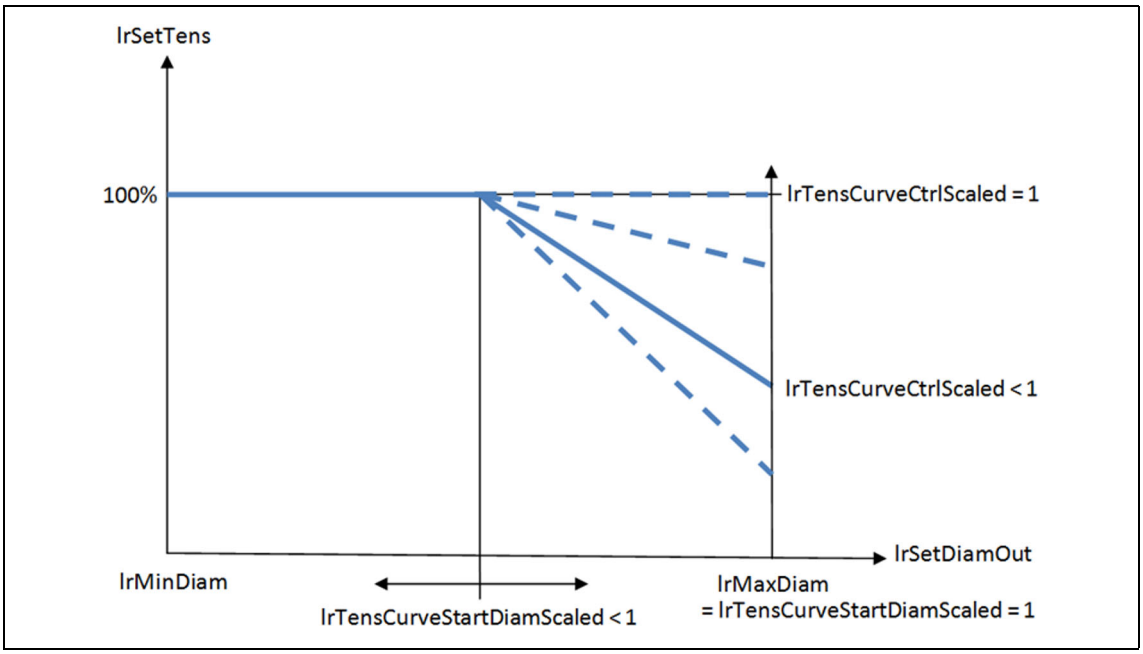
Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
dwSelectTensCurve DWORD	Auswahl der Kennlinie für die Zugkraftsteuerung • Initialwert: 0	
	0	Linearer Zugkraftverlauf
	1	Linearer Drehmomentverlauf
	2	Zugkraftverlauf nach vorgegebener Kennlinie
alrTensCurve ARRAY[1..65] OF LREAL	Kennlinie für die Zugkraftsteuerung bestehend aus 65 Werten. Hier müssen alle 65 Werte, gleichmäßig verteilt über den Durchmesserbereich der Parameter *lrMinDiam* und *lrMaxDiam* (minimaler und maximaler Durchmesser) angegeben werden.	
lrTensCurveStartDiamScaled LREAL	Anfangspunkt der Kennlinie für die Zugkraftsteuerung • Einheit: x 100 % • 1 = 100 % = Parameter *lrMaxDiam* • Initialwert: 0 (0 %)	
lrTensCurveCtrlScaled LREAL	Steigung der Kennlinie für die Zugkraftsteuerung • Einheit: x 100 % (1 = 100 %) • Initialwert: 0 • Mit dem Wert '1' ergibt sich ein konstanter Zugkraftverlauf und damit ein für den Durchmesser proportional ansteigender Sollwert.	
lrMaxDiam LREAL	Maximaler Durchmesser • Einheit: mm • Initialwert: 180	
lrMinDiam LREAL	Minimale Durchmesser • Einheit: mm • Initialwert: 50	

- L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.12.1 Kennlinie für einen linearen Zugkraftverlauf (Parameter dwSelectTensCurve = 0)

Die Kennlinie ist gekennzeichnet durch einen Anfangsbereich mit konstanter Bewertung (100 %) und einem zweiten Bereich, in dem die Zugkraft an den Durchmesser angepasst wird.

Mit dem Parameter *lrTensCurveStartDiamScaled* wird festgelegt, bei welchem Durchmesser die Zugkraftabsenkung beginnen soll. Mit dem Parameter *lrTensCurveCtrlScaled* wird die Zugkraft beim maximalen Durchmesser bewertet.

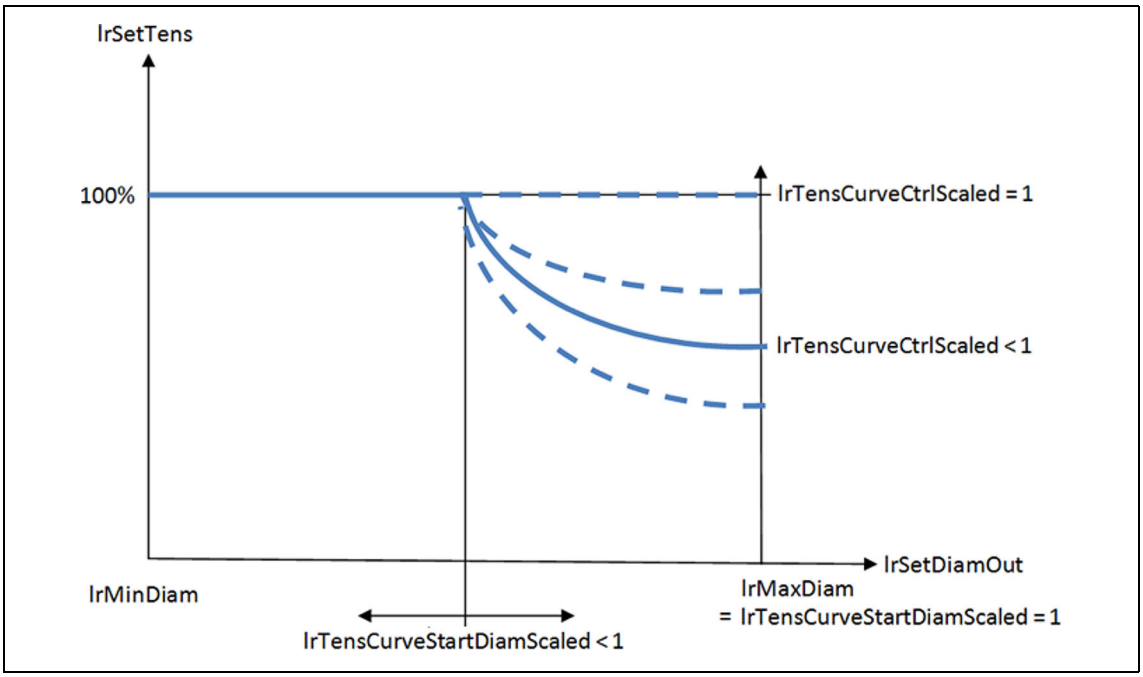


[9-4] Linearer Zugkraftverlauf

9.12.2 Kennlinie für einen linearen Drehmomentverlauf (Parameter dwSelectTensCurve = 1)

Die Kennlinie ist gekennzeichnet durch einen Anfangsbereich mit konstanter Bewertung (100 %) und einem zweiten Bereich, in dem die Zugkraft linear über den Drehmomentverlauf angepasst wird. Folglich wird die Kennlinie über nichlineare Funktionen über den Duchmesser angepasst.

Über den Parameter *lrTensCurveStartDiamScaled* wird festgelegt, bei welchem Durchmesser die Zugkraftabsenkung beginnt. Mit dem Parameter *lrTensCurveCtrlScaled* wird der prozentulle Anteil der Zugkraft beim maximalen Durchmesser festgelegt.

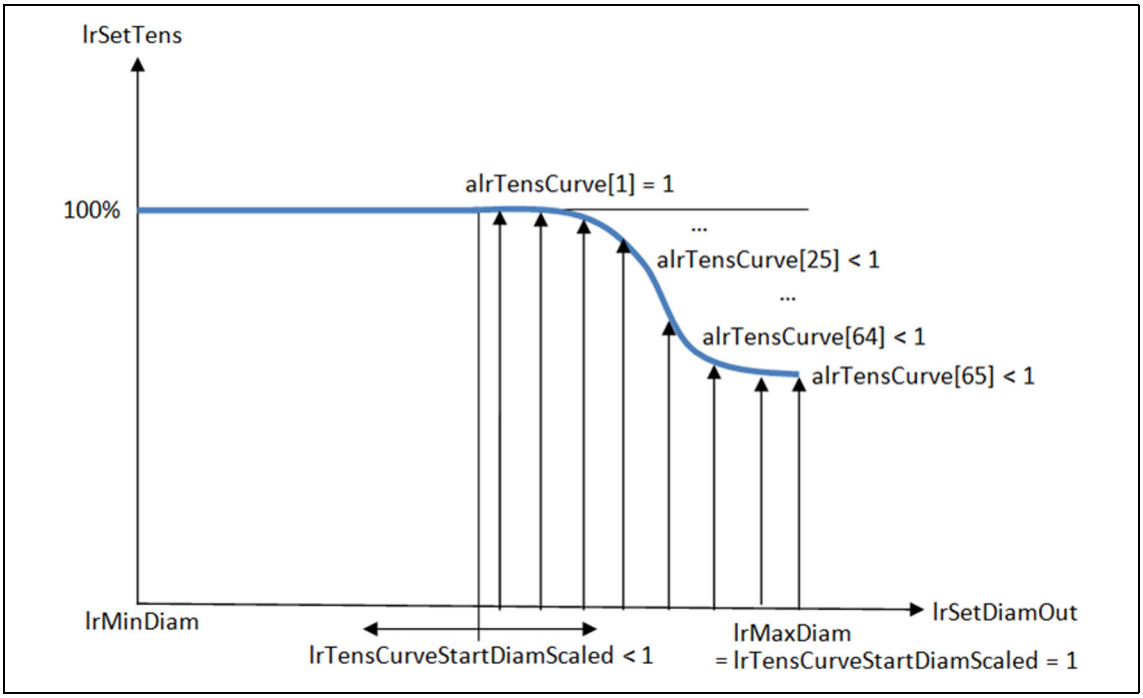


[9-5] Linearer Drehmomentverlauf

9.12.3 Freidefinierbare Kennlinie mit 65 Stützstellen (Parameter dwSelectTensCurve = 2)

Die Kennlinie ist parametrierbar über das Array *alrTensCurve*. Es umfasst 65 Werte, gleichmäßig verteilt über den Durchmesserbereich der Parameter *lrMinDiam* und *lrMaxDiam* (minimaler und maximaler Durchmesser).

Für die Kennlinie müssen alle 65 Werte angegeben werden.



[9-6] Freidefinierbare Stützstellen

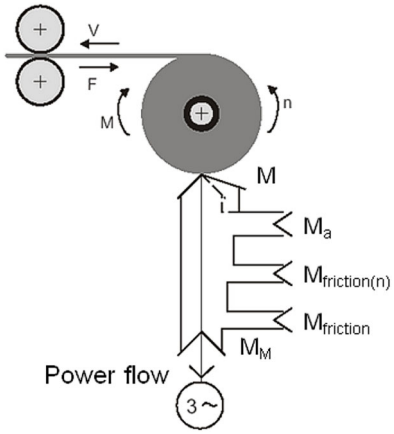
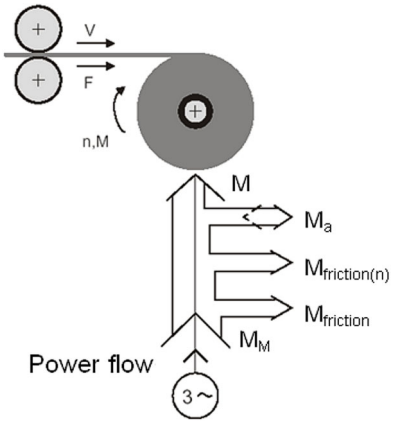
9.13 Durchmesserabhängige Zugkraftreduzierung

Durchmesserbewertung/Umrechnung in Drehmomentsollwert

Der resultierende Zugkraftsollwert aus Kennlinienbewertung und Zugkraftsteuerung muss abschließend in ein Motor-Solldrehmoment zur Vorgabe über die Grundfunktion "Drehmomentfolger" umgerechnet werden.

Das Motor-Solldrehmoment resultiert aus der Addition des Gesamt-Zugkraftsollwertes mit den Korrekturgrößen aus der Reibungskompensation und der Beschleunigungskompensation.

▸ Beschleunigungskompensation (📖 91)
▸ Kompensation der Reibung (📖 100)

Abwickler	Aufwickler
	

Berechnung des Motor-Solldrehmoments

$$M_M = M + M_{friction} + M_{friction(n)} + M_a$$

mit

$$M = F \cdot \frac{d}{2}$$

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
M_M	Motor-Solldrehmoment	Nm
M	Drehmoment am Wickelballen	
$M_{friction}$	Statisches Reibungsmoment	
$M_{friction(n)}$	Geschwindigkeitsabhängiges Reibungsmoment	
M_a	Beschleunigungsmoment	
F	Wirkende Kraft	N
d	Durchmesser	mm

9.14 Zugkraftregelung

Das Regelkonzept der einfachen Zugkraftsteuerung kann um einen geschlossenen Regelkreis ergänzt werden. Dies wird angewendet, wenn trotz Reibungs- und Beschleunigungskompensation zu große Zugkraftabweichungen zu erwarten oder feststellbar sind.

Für die Zugkraftregelung kann der Antrieb in den drehmomentbasierten oder drehzahlbasierten Modus geschaltet werden. Der Zugkraftregler mit PID-Struktur arbeitet dabei korrigierend und wirkt additiv auf den Drehmomentvorsteuerpfad aus der Zugkraftsteuerung, wenn der Parameter *eTensCtrlMode* = 0 ("TorqueBased") eingestellt ist oder auf den Drehzahlvorsteuerpfad aus der Drehzahlsteuerung, wenn *eTensCtrlMode* = 1 ("SpeedBased") eingestellt ist.

Die Zugkraftregelung ist aktiv sobald ein Einfluss größer 0 % am Eingang *lrTensCtrlInfluence* und eine P-Verstärkung in Parameter *lrTensCtrlGain* > 0 vorgegeben wird. Der Einfluss des Zugkraftreglers wirkt unmittelbar multiplikativ auf die Stellgröße aus dem Regler.

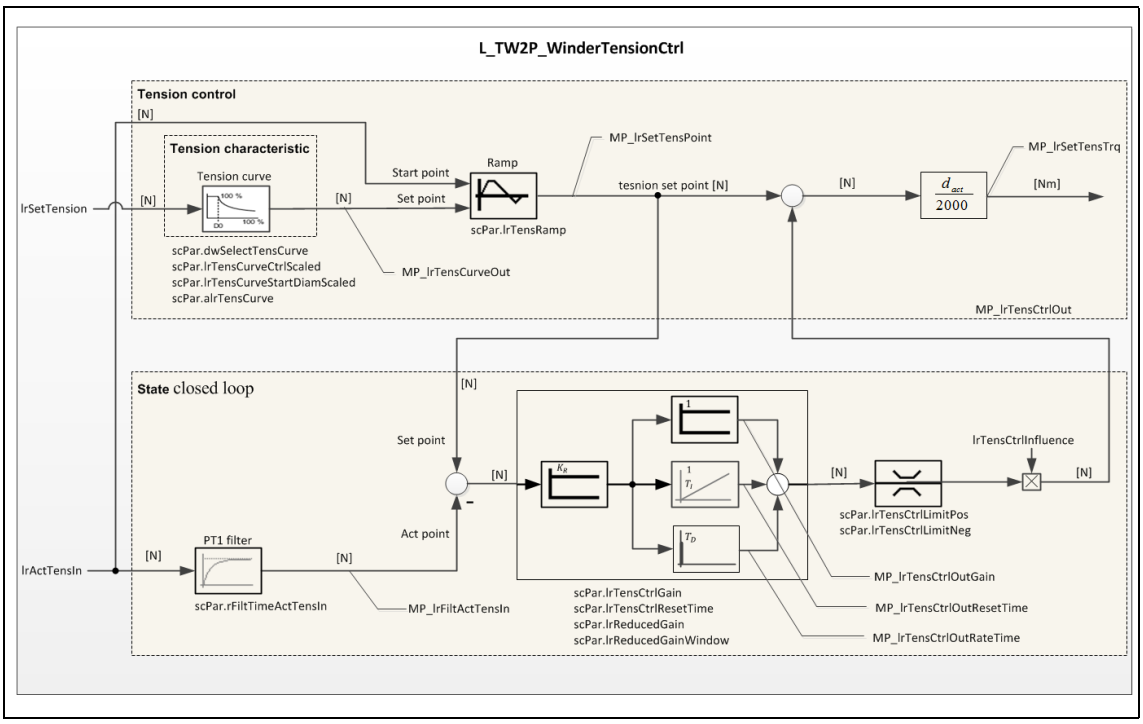
Für die Zugkraftregelung wird der Zugkraftistwert über den Eingang *lrActTensIn* in der Einheit [N] erwartet. Die PT1-Filterung des Zugkraftistwertes kann sich positiv auf die Stabilität des Regelkreises auswirken. Allerdings entstehen bei Verwendung des PT1-Filters Totzeiten im Regelkreis, die zu vermeiden sind, wenn eine hohe Dynamik erreicht werden soll. Die Filterzeit kann über den Parameter *rFiltTimeActTensIn* optimiert werden.

Die Stellgöße des PI-Reglers wird noch über einen Limiter und vor der Multiplikation des Einflussfaktors geführt, so dass eine Begrenzung über die Parameter *lrTensCtrlLimitPos* und *lrTensCtrlLimitNeg* möglich ist.

Drehmomentbasierter Modus

Einstellungen für die Umsetzung dieses Regelverfahrens:

- Parameter *eTensCtrlMode* = 0: "TorqueBased"
- Parameter *lrTensCtrlGain* > 0

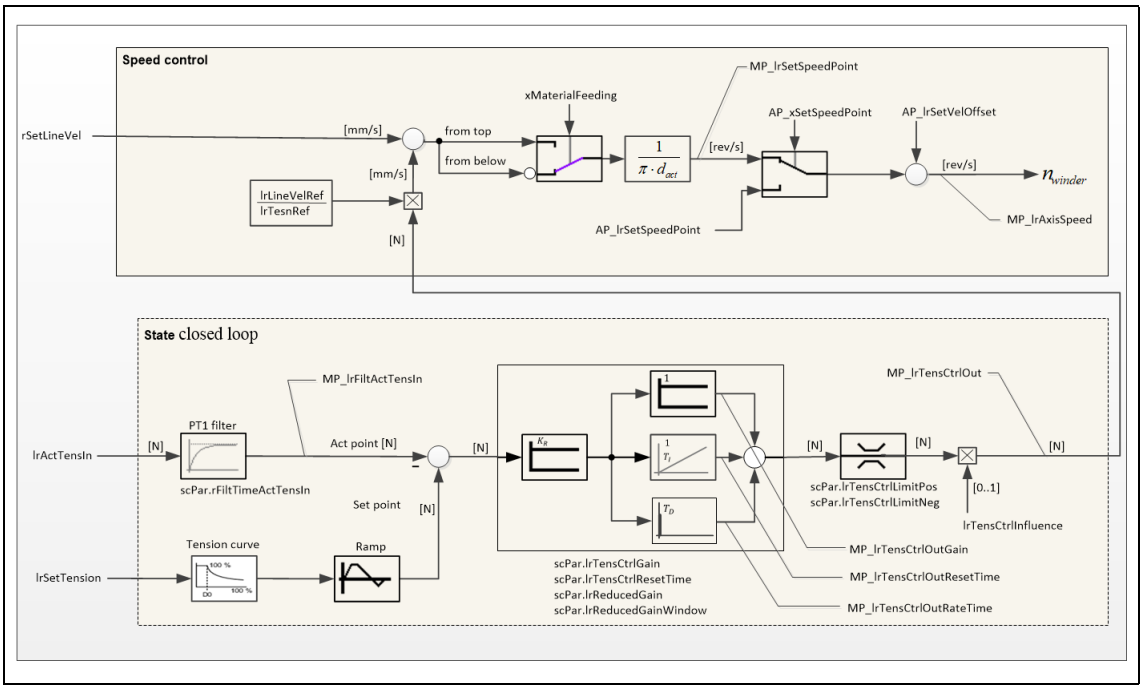


[9-7] Signalfluss zur Zugkraftregelung im drehmomentbasierten Modus

Drehzahlbasierter Modus

Einstellungen für die Umsetzung dieses Regelverfahrens:

- Parameter *eTensCtrlMode* = 1: "SpeedBased"
- Parameter *lrTensCtrlGain* > 0



[9-8] Signalfluss zur Zugkraftregelung im drehzahlbasierten Modus

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
eTensCtrlMode L_TW2P_WinderTensionControlMode	Auswahl der Regelungsart der Achse für den Wickelballen Der Modus wirkt im Wickelbetrieb, wenn die Zugkraftsteuerung/-regelung aktiviert wird. • Initialwert: 0	
	0	"TorqueBased" Die Drehmomentregelung wird im Antrieb aktiviert, wenn das Technologiemodul in den Zustand "TENSIONCTRL" wechselt.
	1	"SpeedBased" Die Drehzahlregelung wird im Antrieb aktiviert, wenn das Technologiemodul in den Zustand "TENSIONCTRL" wechselt.
lrTensCtrlGain LREAL	Reglerverstärkung • Initialwert: 0	
lrTensCtrlResetTime LREAL	Reglernachstellzeit • Einheit: s • Initialwert: 0 (Nachstellzeit deaktiviert)	
lrTensCtrlLimitPos LREAL	Begrenzung der Zugkraftregler-Stellgröße (Ausgang des Reglers) in positive Richtung • Einheit: [N] • Initialwert: 2147483648 (0.5 x 2^{32})	
lrTensCtrlLimitNeg LREAL	Begrenzung der Zugkraftregler-Stellgröße (Ausgang des Reglers) in negative Richtung • Einheit: [N] • Initialwert: -2147483648 (-0.5 x 2^{32})	

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.15 Reduzierte Reglerdynamik bei geringer Regelabweichung

Durch eine reduzierte Reglerdynamik bei geringen Regelabweichungen wird das Dämpfungsverhalten des Regelkreises meist günstig beeinflusst.

Die Regelabweichung ergibt sich aus der Differenz des Soll- und Istwertes, d. h. Differenz aus Eingang *lrSetTens* und Ausgang *lrActTensIn*.

Mit dem Parameter *lrReducedGain* wird eingestellt, auf welchen Wert die Verstärkung im festgelegten Toleranzbereich reduziert werden soll. Das heißt, im Toleranzbereich wirkt die reduzierte Verstärkung (*lrReducedGain*).

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrReducedGainWindow LREAL	Bereich der Regelabweichung mit reduzierter Verstärkung/Empfindlichkeit. Mit dem Parameter *lrReducedGainWindow* lässt sich ein Toleranzbereich einstellen, in dem die Regelabweichung mit einer geringeren Verstärkung an den Regler weitergegeben wird. Der Toleranzbereich wird ober- und unterhalb um den Sollwert gelegt. • Initialwert: 0.0
lrReducedGain LREAL	Verstärkung der Regelabweichung im Bereich der reduzierten Empfindlichkeit • Initialwert: 0.0

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.16 Drehzahlklammerung

Die Drehzahlklammerung ist nur für den drehmomentbasierten Betrieb relevant. Der drehmomentbasierte Betrieb wird mit dem Parameter *eTensCtrlMode* = 0 ("TorqueBased") eingestellt.

Drehzahlklammerung im Zugkraftregelbetrieb/Zugkraftsteuerbetrieb

Im zugkraftgeregelten oder zukraftgesteuerten Betrieb mit Material wird die Wicklerdrehzahl durch die Umfangsgeschwindigkeit und den aktuellen Durchmesser bestimmt. Eine Drehzahlklammerung muss im Falle eines Bahnrisses oder bei Überkompensation einer Störgröße greifen und verhindern dass der Wickelballen in Richtung n_{max} beschleunigt wird.

Mit dem Parameter *lrLineVelOffsetScaled* wird eine prozentuale Voreilung (Bezugsgröße *lrLineVelRef* = 100 %) gegenüber der aktuellen Liniengeschwindigkeit *lrSetLineVel* festgelegt, die aber mit eingelegtem Material nie erreicht werden kann.

Der Standardwert für die Klammergrenzen von 10 % (Parameter *lrLineVelOffsetScaled* = 0.10) muss in der Regel nicht veändert werden.

Die aktuell wirksamen Klammergrenzen werden in *MP_lrSetUpperSpeedLimit* und *MP_lrSetLowerSpeedLimit* angezeigt.

Wird die Klammergrenze und damit die Drehzahllregelung aktiv, so wird der Status am Ausgang *xWndSpdLimit* = TRUE gesetzt.

Drehzahlklammerung bei Bahnriss

⚠ GEFAHR!

Personenschäden und Beschädigung oder Zerstörung von Maschinenteilen

Verletzungsgefahr und Beschädigung oder Zerstörung von Maschinenteilen besteht durch nicht vorhersehbare Motorbewegungen, insbesondere durch zu hohe Geschwindigkeit.

Mögliche Folgen

Tod oder schwere Verletzungen

Schutzmaßnahmen

Die Überkompensation von Reibung und/oder Beschleunigung muss beim Abwickler vermieden werden!

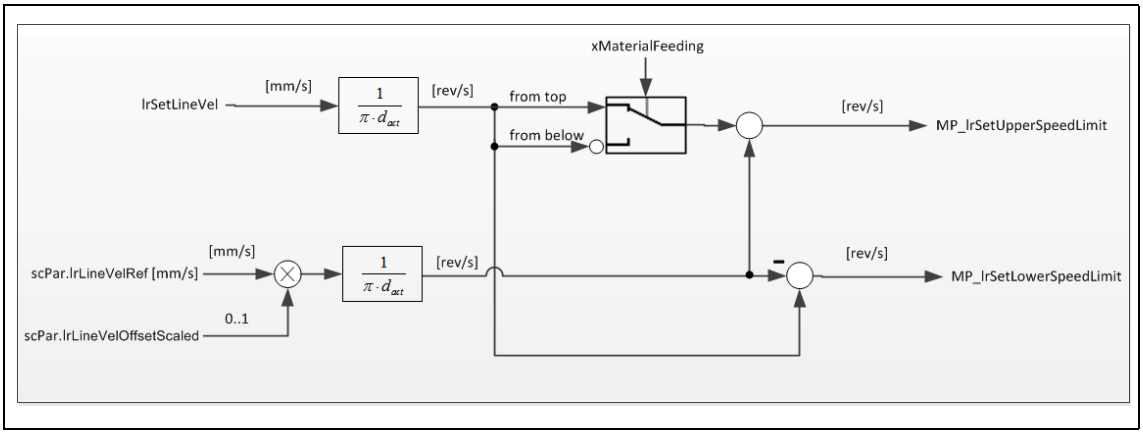
Auch die Drehzahlklammerung kann die Bildung eines Materialdurchhangs nicht verhindern. Damit läuft zudem der Durchmesser gegen D_{Min} und der Wickler dreht noch schneller (Mitkopplung).

Für die Drehzahlklammerung im drehmomentgeregelten Betrieb wird der Geschwindigkeits-Offset separat durch eine Multiplikation mit 1/d in einen Drehzahl-Offset umgerechnet und zur Berechnung der oberen und unteren Drehzahlgrenze zum Drehzahlsollwert addiert oder subtrahiert.

Während im Normalbetrieb die berechneten Durchmesserwerte kontinuierlich steigen (Aufwickler) oder abnehmen (Abwickler), führt dagegen ein Bahnriss zu einem Richtungswechsel in der Durchmesserberechnung.

Beim Aufwickler könnte hiermit der Durchmesser gegen D_{Min} laufen was ohne Drehzahlklammerung zur Beschleunigung des Wicklers bis zu n_{Max} führen könnte.

Beim Abwickler wird im Falle eines Bahnrisses der Durchmesser gegen D_{Max} laufen. Mit der implementierten Drehzahlklammerung wird die Drehzahl in Aufwickelrichtung nicht über den Parameter *lrLineVelOffsetScaled* bewertet sondern mit dem aktuellen Durchmesser ansteigen.



[9-9] Signalfluss zur Drehzahlklammerung bei Bahnriss

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrLineVelRef LREAL	Maximale Liniengeschwindigkeit • Einheit: mm/s • Initialwert: 1000
lrLineVelOffsetScaled LREAL	Liniengeschwindigkeits-Offset für die Drehzahlbegrenzung • Einheit: x 100 % (1 = 100 % = Parameter lrLineVelRef) • Initialwert: 0.1

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.17 Bahnrissüberwachung

Bei einem Bahnriss entwickelt sich der berechnete Durchmesser entgegen der Wickelrichtung (Abwickeln oder Aufwickeln), da die tatsächliche Umfangsgeschwindigkeit nicht mehr dem Liniengeschwindigkeitsignal entspricht.

Die Überwachung wird mit dem Eingang *xWebBreakMonit* = TRUE aktiviert. Damit ist eine Durchmesseränderung entgegen der Wickelrichtung nur noch innerhalb des im Parameter *lrWebBreakWindow* eingestellten Fensters zulässig.

Der Auf- oder Abwickelbetrieb wird automatisch anhand des Vorzeichens der Liniengeschwindigkeit und der über den Eingang *xWindingDirection* eingestellten Wickelrichtung erkannt.

Tipp!

Die Bahnrissüberwachung darf erst aktiviert werden, wenn der berechnete Durchmesser dem realen Durchmesser entspricht.

Bei aktiver Bahnrissüberwachung (*xWebBreakMonit* = TRUE) wird eine Durchmesseränderung entgegen der über den Ausgang *xUnwind* vorgegebenen Wickelrichtung unterbunden.

Nach dem Laden eines Startdurchmessers, der entgegen der Wickelrichtung deutlich vom realen Durchmesser abweicht, kann dies zum ungewollten Ansprechen der Überwachung führen. So wird beispielsweise beim Aufwickler ein Startdurchmesser von 50 % geladen; der reale Durchmesser beträgt aber nur 45 %. Die Änderung des Durchmesserwertes auf die realen 45 % wird bei aktiver Bahnrissüberwachung verhindert.

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrWebBreakWindow LREAL	Bahnrissfenster Der aktuelle Durchmesser wird mit dem Durchmesser aus dem letzten Berechnungszyklus über das Bahnrissfester verglichen. • Einheit: x 100 % (1.0 = 100 %) • Initialwert: 0.1 (10 %)

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.18 Persistente Variablen

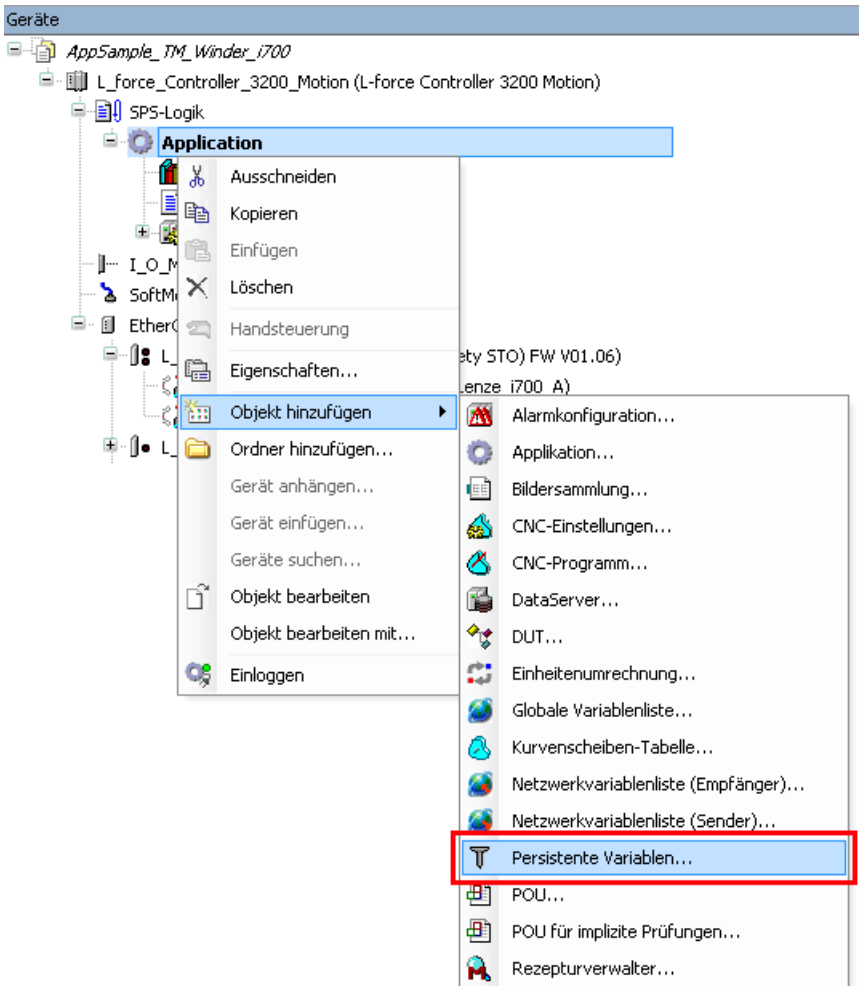
Das Technologiemodul bietet die Möglichkeit, die ermittelten Parameter, wie z. B. den Wickeldurchmesser, persistent zu speichern. Dazu müssen im »PLC Designer« folgende Einstellung für das Technologiemodul ausgeführt werden.

So legen Sie im »PLC Designer« persistente Variablen an:

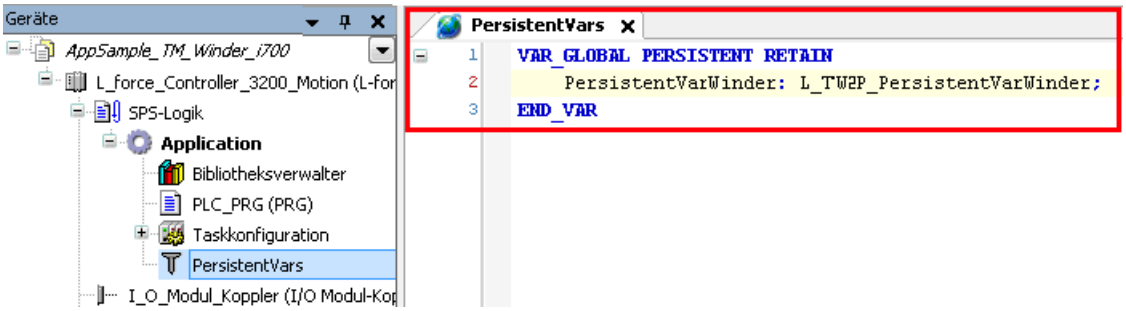
Hinweis!

Diese Vorgehensweise gilt nicht für das ApplicationTemplate, weil dort bereits Strukturen für persistente Daten der Maschinenmodule bereitgestellt werden.

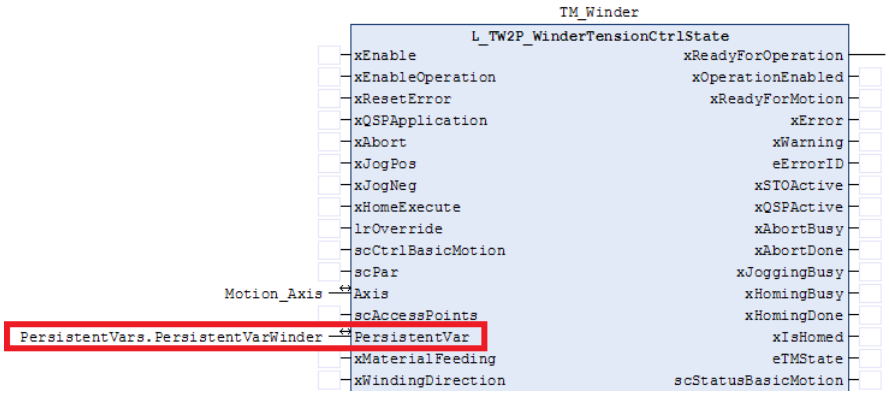
1. Im Kontextmenü zu **Application** mit dem Befehl **Objekt hinzufügen → Persistente Variablen...** die globale Liste für die Verwaltung von persistenten Variablen hinzufügen.



2. Die Referenz der persistenten Variablen "L_TW2P_PersistentVarWinder" in der globalen Struktur der persistenten Variablen instanziieren.



3. Die Instanz der persistenten Variablen mit dem Ein-/Ausgang *PersistentVar* verschalten.



L_TW2P_PersistentVarWinder

Inhalt der persistenten Variablen innerhalb der Struktur **L_TW2P_PersistentVarWinder**:

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrDiam LREAL	Der berechnete Durchmesser • Einheit: mm
lrMaterialCounter LREAL	Zählerstand des Materials • Einheit: mm
liRevCounter LINT	Anzahl der gezählten Umdrehungen für den Materiallängenzähler • Einheit: rev
lrRevCounterResidual LREAL	Der Bruchteil einer nicht vollständigen Umdrehung für den Materiallängenzähler • Einheit: rev

9.19 Beschleunigungskompensation

Die Beschleunigung im Liniengeschwindigkeitssollwert stellt im Wickelprozess eine Störgröße dar. Das Drehmoment welches zur Beschleunigung aufgebracht werden muss, fehlt in der Zugkraft.

Das Beschleunigungsdrehmoment muss also berechnet und als Zusatzdrehmoment vorgesteuert werden.

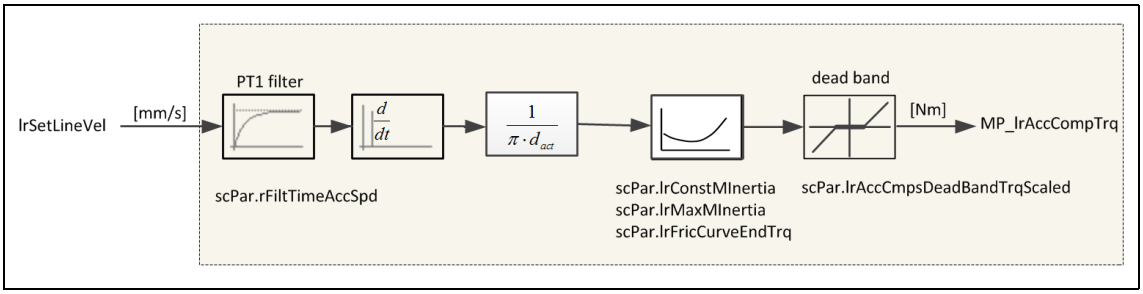
Berechnung des Beschleunigungsdrehmoments

$$M_a = 2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{\partial n}{\partial t}\right) \cdot (J_{const} + J_{var})$$

mit

$$J_{var} = (J_{max} - J_{const}) \cdot \left(\frac{d_{act}^{\ 4} - d_{min}^{\ 4}}{d_{max}^{\ 4} - d_{min}^{\ 4}}\right) \cdot B$$

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
M_a	Beschleunigungsdrehmoment	Nm
∂n	(Delta-)Drehzahl des Motors	rev/s
∂t	(Delta-)Zeit	s
J_{const}	Konstantes Massenträgheitsmoment	kgm^2
J_{var}	Variables (durchmesserabhängiges) Massenträgheitsmoment	
J_{max}	Maximales Massenträgheitsmoment	
d_{act}	Aktueller Durchmesser	mm
d_{min}	Minimaler Durchmesser (Hülsendurchmesser)	
d_{max}	Maximaler Durchmesser	
B	Materialbreite	mm



[9-10] Signalfluss zur Beschleunigungskompensation

Zur Bildung einer Beschleunigung erfolgt eine Differenzierung des Liniengeschwindigkeitssignals.

In der Praxis ist mit einem nicht ideal, stetig verlaufendem Liniengeschwindigkeitssignal zu rechnen. Je nach Auflösung und Stabilität dieses Signals kann eine Glättung über das PT1-Filter erforderlich sein. Die Filterzeit wird über den Parameter *rFiltTimeAccSpd*.

Die Totgang-Funktion wird zur Rauschunterdrückung in dem berechneten Kompensationsdrehmoment angewendet. Damit wird vermieden, dass kleine Beschleunigungsänderungen, die nur aus der Quantisierung oder dem Rauschen des Liniengeschwindigkeitssignals resultieren, zu einem Kompensations-Drehmoment führen. Der Parameter *lrAccCmpsDeadBandTrqScaled* bestimmt, bis zu welchem Wert der Totgang wirkt.

Die Beschleunigungskompensation wird mit dem Eingang *xAccCmp* = TRUE freigegeben.

Unterschiedliche Materialbreiten oder Materialdichten können prozentual über den Eingang *lrMInertiaAdapt* berücksichtigt werden.

Die Parameter *lrAccCmpsGainAcc* und *lrAccCmpsGainDec* bewerten das berechnete Kompensationsdrehmoment in Abhängigkeit der Wirkrichtung. Zur Vermeidung von Materiallose soll beim Beschleunigen stärker kompensiert werden als beim Verzögern.

Unterschiedliche Materialbreiten oder Materialdichten können prozentual über den Eingang *lrMInertiaAdapt* berücksichtigt werden.

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
rFiltTimeAccSpd REAL	PT1-Filterzeit für die Drehzahl der Wickelwelle zur Beschleunigungskompensation • Einheit: s • Initialwert: 0.005
lrAccCmpsDeadBandTrq Scaled LREAL	Nacheilbereich (Dead band) für das aktuelle Beschleunigungsmoment • Einheit: x 100 % (1.00 = 100 %); Bezugsgröße : Motor-Bemessungsdrehmoment [Nm] • Initialwert: 0.1 (10 %)
lrAccCmpsGainAcc LREAL	Verstärkungsfaktor für das Beschleunigungsmoment in positive Richtung • Einheit: x 100 % (1.00 = 100 %) • Wertebereich: 0 ... 2 (0 ... 200 %) • Initialwert: 1.05 (105 %)
lrAccCmpsGainDec LREAL	Verstärkungsfaktor für das Beschleunigungsmoment in negative Richtung • Einheit: x 100 % (1.00 = 100 %) • Wertebereich: 0 ... 2 (0 ... 200 %) • Initialwert: 0.95 (95 %)
lrConstMInertia LREAL	Konstantes Massenträgheitsmoment an der Wickelwelle • Einheit: $kgcm^2$ • Initialwert: 1
lrMaxMInertia LREAL	Maximal zulässiges Massenträgheitsmoment an der Wickelwelle • Einheit: $kgcm^2$ • Initialwert: 10

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.20 Identifikation der Massenträgheitsmomente

Ein passendes Massenträgheitsmoment wird benötigt, wenn die Beschleunigungs-Kompensation oder die Adaption der Drehzahlreglerverstärkung genutzt werden soll.

Dazu müssen das konstante Massenträgheitsmoment in Parameter *lrConstMInertia* sowie das maximale Massenträgheitsmoment in Parameter *MaxMInertia* passend eingestellt werden. Im Betrieb wird dann das aktuelle Massenträgheitsmoment in Abhängigkeit des aktuellen Durchmessers automatisch berechnet und an *lrSetMInertiaOut* ausgegeben.

Die Ermittlung des konstanten und maximalen Massenträgheitsmomentes kann per manueller Berechnung oder per Identifikation erfolgen.

Das maximale Massenträgheitsmoment entspricht dem Wickelballen mit dem maximalen Massenträgheitsmoment, für den der Wickler konzipiert ist. Zur Adaption des tatsächlich genutzten Wickelballens, der sich dann in der Materialdichte, dem maximalen Durchmesser und/oder der Materialbreite unterscheiden kann, stehen jeweils Bewertungsfaktoren bei der Beschleunigungskompensation und der Drehzahlreglerverstärkung zur Verfügung.

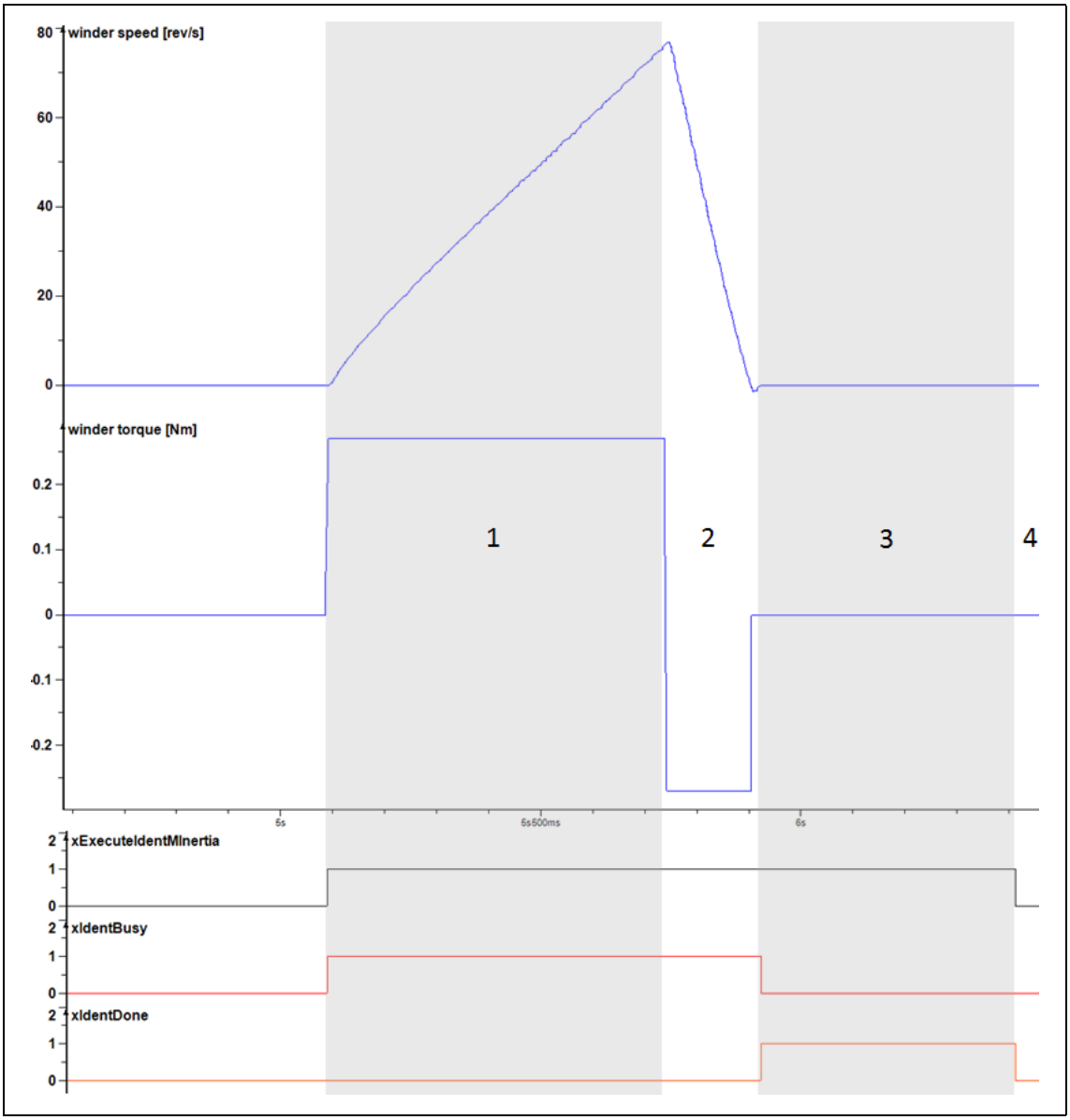
Identifikation des konstanten Massenträgheitsmoments

Die Wickelwelle ist leer (ohne Material).

Mit dem Parameter *lrIdentMInertiaMaxSpdScaled* wird die maximale Motordrehzahl in [x 100 %] bezogen auf die maximal erreichbare Wicklerdrehzahl *lrWndSpdRef* festgelegt. Typischerweise sind hier Drehzahlen zwischen 50 ... 60 % ausreichend.

Mit dem Parameter *lrIdentMInertiaMaxTrqScaled* wird das Beschleunigungsmoment festgelegt. Dieser Wert muss immer größer sein, als die maximal auftretende Reibung – Empfehlung: 25 %.

Mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xExecuteIdentMInertia* erfolgt die Ermittlung des Massenträgheitsmoments. Am Ausgang *lrIdentMInertia* wird das ermittelte Massenträgheitsmoment angezeigt.



Nr	xExecuteIdentMInertia	xIdentBusy	xIdentDone	eTMState	INFO
1	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	FALSE	STANDBY↳ IDENTMINERTIA	Die Achse wird in Drehmomentmodus **CST** geführt. Mit dem positiven Drehmoment, welches über die Parametrierung für die Identifizierung festgelegt ist, wird die Achse bis zur definierten Identifizierten Geschwindigkeit beschleunigt.
2	TRUE	TRUE	FALSE	IDENTMINERTIA	Die Geschwindigkeit, die über die Parametrierung für die Identifizierung bestimmt ist, ist erreicht. Das Drehmoment wird in negativer Richtung beauftragt. Die Achse wird nun abgebremst.
3	TRUE	TRUE↘ FALSE	FALSE↗ TRUE	IDENTMINERTIA↳ STANDBY	Die Achse erreicht den Stillstand und das Drehmoment wird abgeschaltet. Die erfassten Verläufe werden ausgewertet und die Massenträgheit wird bestimmt.
4	TRUE↘ FALSE	FALSE	TRUE↘ FALSE	STANDBY	Bei Rücksetzen der Beauftragung zur Identifizierung wird der Status **Done** ebenfalls zurückgesetzt.

Die Regelstabilität des Antriebs sowie die Istwertauflösung von Drehzahl und Drehmoment gehen direkt in das Berechnungsergebnis der Identifikation ein. Eine Filterung der aktuellen Werte verbessert häufig das Ergebnis der Identifikation:

- Filterzeit für das aktuelle Drehmoment: *rFiltTimeIdentMInertiaTrq*
- Filterzeit für die aktuelle Wicklerdrehzahl: *rFiltTimeIdentMInertiaSpd*

Identifikation des maximalen Massenträgheitsmoments

Der Wickler ist mit dem maximal möglichen Wickelballen beladen (maximaler Durchmesser und maximale Breite).

Die maximale Motordrehzahl *lrIdentMInertiaMaxSpdScaled* muss so parametriert werden, dass die maximal zulässige Umfangsgeschwindigkeit des Wicklers nicht überschritten wird (z. B. *lrIdentMInertiaMaxSpdScaled* = 10 % bei d_{max}/d_{min} = 10) – Empfehlung: 25 %.

Mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xExecuteIdentMInertia* erfolgt die Ermittlung des Massenträgheitsmoments.

Beendigung der Identifikation

Die Identifikation ist beendet, wenn der Motor wieder den Stillstand erreicht hat, keine Fehler gemeldet wurden.

Die identifizierte Trägheit der Wickelwelle (J_{Winder}) wird am Ausgang *lrIdentMInertia* angezeigt und muss auf Plausibilität geprüft werden.

Die Identifikation sollte für beide Fälle mehrmals durchgeführt werden. Dabei kann die Filterzeit für die Drehzahl *rFiltTimeIdentMInertiaSpd* variiert werden.

Eine ausgeprägte nichtlineare Reibung im System beeinflusst die Berechnung des Massenträgheitsmoments im Technologiemodul negativ.

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
rFiltTimeIdentMInertiaSpd REAL	PT1-Filterzeit für die Drehzahl der Wickelwelle während der Identifikation des Massenträgheitsmoments • Einheit: s • Initialwert: 0.01
rFiltTimeIdentMInertiaTrq REAL	PT1-Filterzeit für das Drehmoment der Wickelwelle während der Identifikation des Massenträgheitsmoments • Einheit: s • Initialwert: 0.005
lrIdentMInertiaMaxSpdScaled LREAL	Maximale Drehzahl der Wickelwelle während der Massenträgheitsidentifikation • Einheit: x 100 % (1.0 = 100 % = *lrWndSpdRef*) • Wertebereich: 0 ... 1 (0 ... 100 %) • Initialwert: 0.2 (20 %)
lrIdentMInertiaMaxTrqScaled LREAL	Maximales Drehmoment der Wickelwelle während der Massenträgheitsidentifikation • Einheit: x 100 % (1.0 = 100 %) Bezugsgröße: Motor-Bemessungsdrehmoment • Wertebereich: 0 ... 1 (0 ... 100 %) • Initialwert: 0.2 (20 %)

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

Berechnung des maximalen Massenträgheitsmoments

Steht kein Wickelballen zur Verfügung, so kann das maximale Massenträgheitsmoment wie folgt berechnet werden:

Berechnung des maximalen Massenträgheitsmoments

Die Dichte des Wickelmaterials ist bekannt:

$$J_{MaxWinder} = i^2 \cdot J_{Motor} + \left(\frac{\pi}{32 \cdot 10^8}\right) \cdot B \cdot \rho \cdot (d_{max}{}^4 - d_{min}{}^4)$$

Die Masse des Wickelmaterials ist bekannt:

$$J_{MaxWinder} = i^2 \cdot J_{Motor} + \frac{m \cdot d_{max}{}^4}{800}$$

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
$J_{MaxWinder}$	Maximales Massenträgheitsmoment der Wickelwelle	$kgcm^2$
J_{Motor}	Massenträgheitsmoment der Motorwelle	$kgcm^2$
i	Getriebefaktor	
B	Materialbreite	mm
ρ	Materialdichte	kg/dm^3
d_{max}	Maximaler Durchmesser	mm
d_{min}	Minimaler Durchmesser (Hülsendurchmesser)	mm
m	Masse	kg

Das konstante Massenträgheitsmoment wird im Wesentlichen durch den Motor bestimmt. Dessen Massenträgheitsmoment ist im Katalog angegeben.

Die berechneten oder auch identifizierten Werte müssen in die Parameter *lrConstMInertia* und *lrMaxMInertia* übertragen werden.

Um die Werte netzausfallsicher im Gerät zu hinterlegen, muss der Parametersatz gespeichert werden!

9.21 Identifikation der Reibung

Tipp!

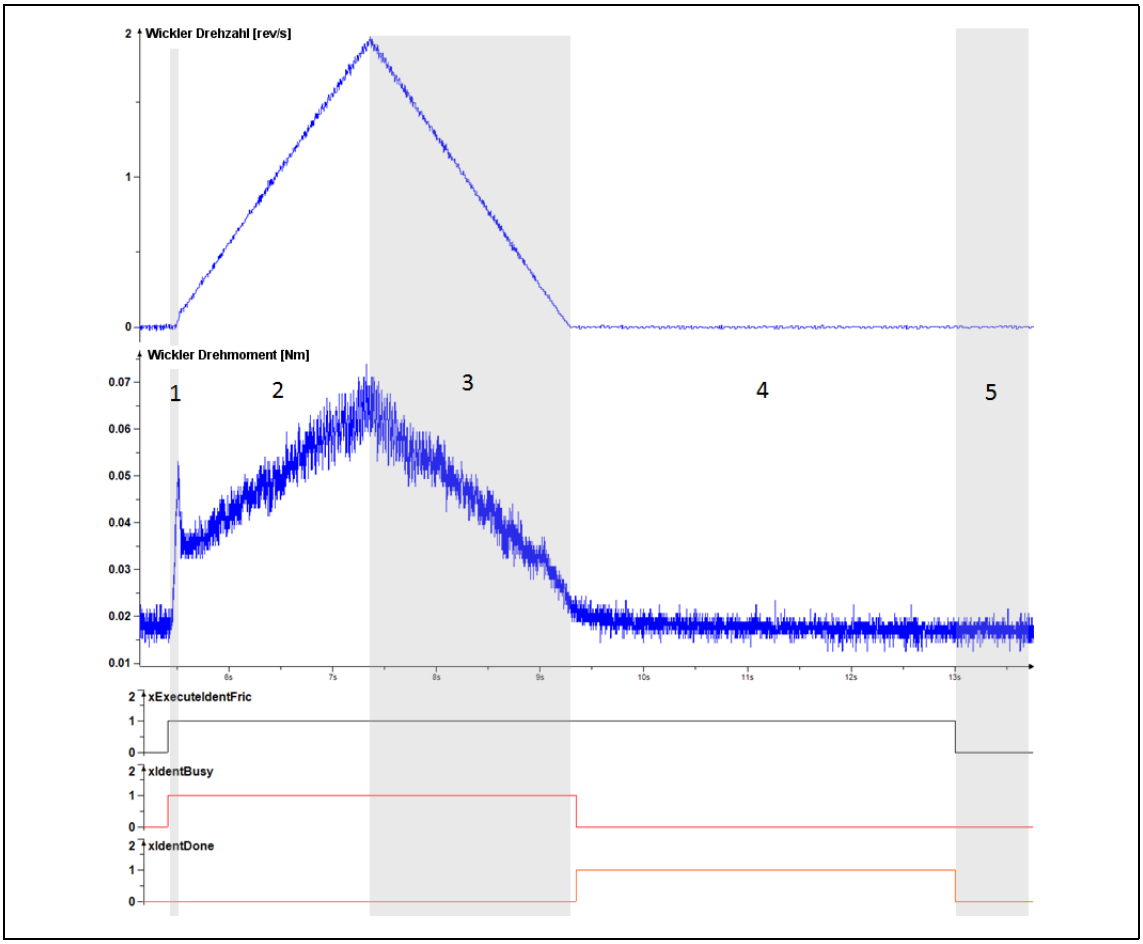
Wird der Wickler über ein ölbefülltes Getriebe gesteuert, ist die Reibung stark abhängig von der Temperatur des Öles. Die Reibungsidentifikation sollte möglichst bei warmen Getriebeöl durchgeführt werden. Dazu ist es ausreichend den Motor zuvor einige Minuten drehzahlgeregelt zu betreiben.

Die Reibung ist nur drehzahlabhängig, nicht last- und nicht durchmesserabhängig. Zur Identifikation der Reibung sollte die Wickelwelle leer (ohne Material) sein, damit auch die Maximaldrehzahl während der Identifizierungsbewegung erreicht werden können.

Legen Sie mit Parameter *lrIdentFricMaxSpdScaled* = 1 die maximale Motordrehzahl (100 %) bezogen auf die maximale Wicklerdrehzahl am Ausgang *lrWndSpdRef* fest, die beim Identifizierungslauf erreicht werden darf. (In der Regel wird der Motor bei minimalem Durchmesser und maximaler Liniengeschwindigkeit auch die Drehzahl *lrWndSpdRef* erreichen.)

Die Beschleunigung in Parameter *lrIdentFricAccDec* für den Identifizierungslauf muss an die gegebenen Rahmenbedingungen angepasst werden. Das maximal erreichbare Drehmoment muss ausreichen, um die Massenträgheiten an der Rampe bis auf den Parameter *lrIdentFricMaxSpdScaled* zu beschleunigen.

Während der Identifizierung wird der Antrieb mit den konfigurierten Parametern beschleunigt und verzögert. Über diese Bewegung werden gleichmäßig verteilt aktuelle Drehmomente in einem Array mit 66 Elementen gespeichert. Die ersten 1 bis 65 Elemente des Array stellen die Reibungskennlinie dar. Im Element 66 wird die Bezugsdrehzahl, die während der Identifizierung erreicht worden ist, gestellt. Im späteren Wickelbetrieb müssen die drehzahlabhängigen Drehmomente kompensiert werden.



Nr	xExecuteIdentFric	xIdentBusy	xIdentDone	eTMState	INFO
1	FALSE↗ TRUE	FALSE↗ TRUE	FALSE	STANDBY IDENTFRICTION	Die Identifizierung wird aktiviert. Der Wicklerantrieb wird im Geschwindigkeitsmodus **CSV** geführt. Das Drehmoment wird aufgebaut, bis der Wickler sich in Bewegung setzt. Das benötigte Drehmoment für das Losbrechen der Wicklerachse wird als Coulombsche Reibung (Haftreibung) bezeichnet und in der Reibungskurve abgespeichert.
2	TRUE	TRUE	FALSE	IDENTFRICTION	Die Drehzahl des Wicklerantrieb wird über die definierte Rampe für die Identifizierung der Reibung bis zur maximalen Drehzahl, die für die Identifizierung der Reibung über die Parametrierung vorgesehen ist, beschleunigt. Das über die Drehzahl erfasste Drehmoment wird als Drehmoment für die viskose Reibung (Gleitreibung) in der Reibungskurve hinterlegt. Die maximal erreichte Drehzahl ist die Referenzdrehzahl für die Reibungskurve und wird unter dem Index 65 in der Reibungskurve gespeichert.
3	TRUE	TRUE	FALSE↗ TRUE	IDENTFRICTION	Die Drehzahl wird bis zum Stillstand verzögert. Das Drehmoment über die Drehzahl wird bewertet und in die Reibungskurve korrigiert.
4	TRUE↘ FALSE	TRUE↘ FALSE	TRUE↘ FALSE	IDENTFRICTION STANDBY	Der Wicklerantrieb erreicht den Stillstand. Damit ist die Identifizierung der Reibung abgeschlossen. Der Status **Done** für die Identifizierung wird gesetzt.
5	FALSE	FALSE	TRUE↘ FALSE	STANDBY	Mit dem Rücksetzen der Anforderung für die Identifizierung der Reibung wird der Status **Done** ebenfalls zurückgesetzt.

Die Regel-Stabilität des Antriebs sowie die Istwert-Auflösung von Drehzahl und Drehmoment gehen direkt in die Kennlinie ein. Eine Filterung der aktuellen Werte verbessert häufig den stetigen Verlauf der identifizierten Kennlinie: Parameter *rFiltTimeIdentFricSpd* und *rFiltTimeIdentFricTrq*.

Optional können bis zu 4 Reibungskennlinien aufgenommen und gespeichert werden. Eine Umschaltung zwischen verschiedenen Reibungskennlinien wird z. B. beim Einsatz von Umschaltgetrieben benötigt.

Mit einer steigenden Flanke (FALSE↗TRUE) am Eingang *xExecuteIdentFric* erfolgt die Ermittlung der Reibungskennline.

Beendigung der Identifikation

Die Identifikation ist beendet, wenn der Motor wieder den Stillstand erreicht hat, keine Fehler gemeldet wurden und *xIdentDone* auf TRUE gesetzt wurde.

Die ermittelten Drehmomentsollwerte können auf Plausibilität geprüft und bei Bedarf korrigiert werden.

Die Reibungskompensation wird mit *xFricCmps* = TRUE aktiviert.

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
rFiltTimeIdentFricSpd REAL	PT1-Filterzeit für die Drehzahl der Wickelwelle zur Reibungsidentifikation • Einheit: s • Initialwert: 0.0
rFiltTimeIdentFricTrq REAL	PT1-Filterzeit für das Reibungsmoment der Wickelwelle zur Reibungsidentifikation • Einheit: s • Initialwert: 0.05
lrIdentMInertiaMaxSpd Scaled LREAL	Maximale Drehzahl der Wickelwelle während der Massenträgheitsidentifikation • Einheit: x 100 % (1.0 = 100 % = *lrWndSpdRef*) • Wertebereich: 0 ... 1 (0 ... 100 %) • Initialwert: 0.2 (20 %)
lrIdentFricAccDec LREAL	Beschleunigung für die Reibungsidentifikation • Einheit: rev/s^2 • Initialwert: 1
dwSelectFricCurve DWORD	Bei Reibungsidentifikation (Eingang *xFricCmps* = TRUE): Auswahl des Speicherbereichs, in dem die identifizierten Reibungswerte gespeichert werden. Maximal 4 Kennlinien können gespeichert werden. • Initialwert: 1 • 1 ... 4: Speicherbereich 1 ... 4
	Bei Reibungskompensation (Eingang *xExecuteIdentFric* = FALSE↗TRUE) Auswahl der Kennlinie für die Reibungskompensation • 0: Lineare Reibungskennlinie (einstellbar über Parameter *lrFricCurveStartTrq*) • 1 ... 4: Identifizierte Reibungskennlinie (Speicherbereich 1 ... 4)

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.22 Kompensation der Reibung

Die Reibung wird durch die Wickler-Mechanik bestimmt und ist drehzahlabhängig. Ölbefüllte Verzahnungsgetriebe weisen ca. 2 % Reibung pro Übersetzungsstufe auf. Gerade wenn kleine Drehmomente präzise gestellt werden müssen, ist eine Kompensation erforderlich.

Die Kompensation erfolgt über eine additive Aufschaltung eines Zusatz-Drehmomentes *MP_lrSetFricCompTrq*.

In der Standardeinstellung ist eine vereinfachte Reibungskompensation mittels einer linearen Kennlinie aktiv, die nicht im Zuge der Inbetriebnahme identifiziert werden muss.

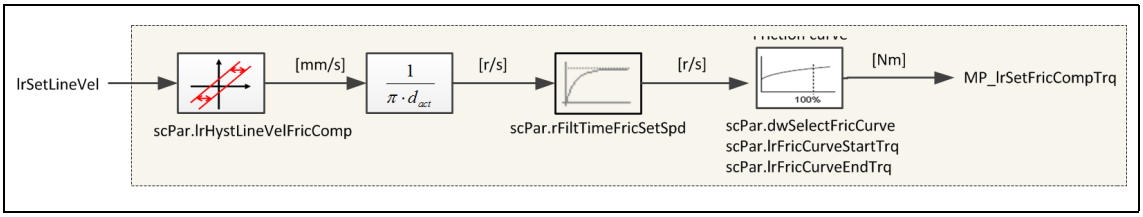
Für diese lineare Reibungskennlinie muss lediglich ein Startwert in Parameter *lrFricCurveStartTrq* und ein Endwert in Parameter *lrFricCurveEndTrq* festgelegt werden. Zwischen diesen Punkten wird linear interpoliert.

Im Fall einer nicht-linearen Mechanik muss die Kennlinie bei der Inbetriebnahme identifiziert werden. Mit dem Parameter *dwSelectFricCurve* wird die identifizierte Kennline (*alrFrictionCurve1*, *alrFrictionCurve2*, *alrFrictionCurve3* oder *alrFrictionCurve4*) für die Kompensation gewählt.

Die Referenzdrehzahl der Kennlinie bei der Kompensation der Reibung wird aus dem Liniengeschwindigkeits-Signal abgeleitet. Damit arbeitet die Kompensation sollwertbasiert. Die Stabilität der Reibungskompensation kann eine Filterung der Referenzdrehzahl erhöht werden. Die Filterzeit muss im Parameter *rFiltTimeFricSetSpd* eingestellt werden. Zu große Filterzeiten können allerdings die Dynamik der Kompensation einschränken.

Das Zusatzdrehmoment aus der Reibung kann mit dem Faktor über den Eingang *lrSetFricAdapt* multiplikativ angepasst werden. Dies wird zum Beispiel genutzt, wenn die Getriebeöltemperatur bekannt ist und kompensiert werden soll.

Die Wirkrichtung des Kompensations-Drehmomentes ändert sich je nachdem ob auf- oder abgewickelt wird. Diese Anpassung erfolgt automatisch in Abhängigkeit des Vorzeichens der Liniengeschwindigkeit.



[9-11] Signalfluss zur Reibungskompensation

Im Anlagen-Stillstand (Liniengeschwindigkeit = 0) kann die Wickelrichtung nicht automatisch erkannt werden. Für diesen Fall kann die Wirkrichtung der Reibungskompensation manuell gesteuert werden.

Mit Setzen des Eingangs *xWindingDirectionStandstill* = TRUE wirkt die Kompensation reduzierend auf das Gesamt-Solldrehmoment, als für den Abwickelprozess.

Soll das Material bei stehender Liniengeschwindigkeit aufgewickelt werden, setzen Sie den Eingang *xWindingDirectionStandstill* = FALSE.

Hysterese

Die Hysteresefunktion in der Reibungskompensation wird nur aktiviert, wenn der Wert in Parameter *lrHystlineStandstill* > 0 ist. Bei *lrHystlineStandstill* = 0 besteht kein Einfluss auf die Reibungskompensation.

Die Anwendung der Hysteresefunktion ist nicht notwendig, wenn es sich am Eingang *lrSetLineVel* um eine Sollgeschwindigkeit oder ein Signal ohne Rauschen handelt.

Wenn die Liniengeschwindigkeit durch einen Encoder ermittelt wird, kann dadurch ein verrauschtes Signal im Ausgang auftreten. Dies kann auch Auswirkungen auf die Drehmomentvorsteuerung haben, weil dann das Drehmomentsignal positiv und negativ umschaltet, obwohl die Achse im Stillstand befindet.

Dies kann durch die Verwendung der Hysteresefunktion vermieden werden. Der Ausgang der Hysteresefunktion ist die gefilterte Liniengeschwindigkeit, die für die Reibungskompensation genutzt wird.

Der Parameter *lrHystLineVelFricComp* stellt die Hysteresenweite für die Liniengeschwindigkeit ein und stabilisiert die verrauschte Liniengeschwindigkeit. Nach Ermittlung der maximalen Amplitude des Rauschens des Eingangssignals muss dieser Wert in Parameter *lrHystLineVelFricComp* eingestellt werden.

Wenn die Hysteresekompensation aktiv ist, kann der Parameter *rFiltTimeFricSetSpd* = 0 gesetzt werden, da der Filter eventuell nicht benötigt wird.

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
dwSelectFricCurve DWORD	Bei Reibungsidentifikation (Eingang *xFricCmps* = TRUE): Auswahl des Speicherbereichs, in dem die identifizierten Reibungswerte gespeichert werden. Maximal 4 Kennlinien können gespeichert werden. • Initialwert: 1 • 1 ... 4: Speicherbereich 1 ... 4
	Bei Reibungskompensation (Eingang *xExecuteIdentFric* = FALSE↗TRUE) Auswahl der Kennlinie für die Reibungskompensation • 0: Lineare Reibungskennlinie (einstellbar über Parameter *lrFricCurveStartTrq*) • 1 ... 4: Identifizierte Reibungskennlinie (Speicherbereich 1 ... 4)
lrFricCurveStartTrq LREAL	Anfangsreibung für die lineare Reibungskompensation, wenn die Wickelwelle steht. • Einheit: Nm • Initialwert: 0
lrFricCurveEndTrq LREAL	Endreibung für die lineare Reibungskompensation, wenn die Wickelwelle steht. • Einheit: Nm • Initialwert: 0
rFiltTimeFricSetSpd REAL	PT1-Filterzeit für die Drehzahl der Wickelwelle zur Reibungskompensation • Einheit: s • Initialwert: 0.01
lrHystLineVelFricComp LREAL	Hysterese für die Richtungserkennung der Liniengeschwindigkeit. Verwendung nur bei Kompensation der Reibung *xFricComp* = TRUE und verrauschten Liniensignal. Maximale Amplitude für das Rauschen der Liniengeschwindigkeit. • Einheit: mm/s • Initialwert: 0

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.23 Adaption der Drehzahlreglerverstärkung

Voraussetzung

- Die Wicklerachse muss freigeben sein (Ausgang *xReadyForMotion* = TRUE).

Funktionsweise

Betrachtet man Motor und Wickelballen als ein starres Ein-Masse-System, so verhält sich die optimale Verstärkung des Drehzahlreglers direkt proportional zum Massenträgheitsmoment.

Da sich während des Wickelprozesses das Massenträgheitsmoment meist deutlich verändert, kann es für ein stabiles Regelverhalten erforderlich sein, die Verstärkung des Drehzahlreglers mit dem Massenträgheitsmoment mitzuführen.

Der Drehzahlregler ist im zugkraftgesteuerten/-geregelten Betrieb nicht im Eingriff. Dennoch kann die Adaption der Verstärkung sinnvoll sein, um im Betrieb ‚Manuelles Tippen' und bei Schnellhalt mit angepasster Verstärkung zu arbeiten.

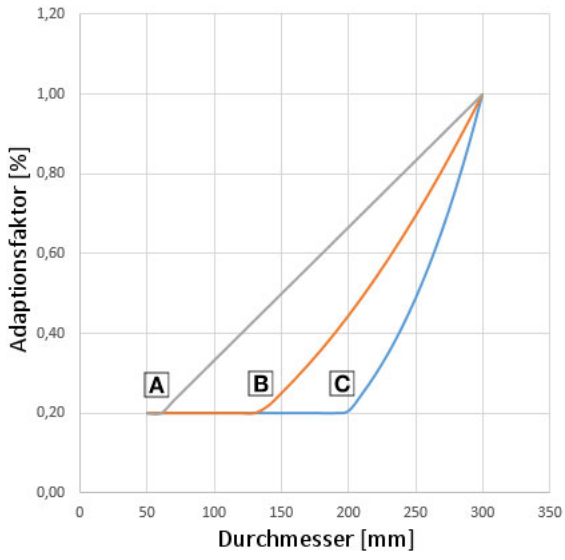
Bei dieser Funktion wird entsprechend der gewählten Methode ein Adaptions-Faktor gebildet; entweder in direkter Abhängigkeit zum aktuellen Durchmesser oder zum Massenträgheitsmoment.

Mit diesem Faktor wird der für den Drehzahlregler eingestellte Verstärkungsfaktor multiplikativ bewertet. Somit wirkt die eingestellte Verstärkung erst bei maximalem Durchmesser oder maximalem Massenträgheitsmoment.

Folgende Methoden zur Bildung des Adaptionsfaktors sind im Parameter *eAdaptSpdCtrlGainMode* auswählbar:

- *0: DiamToSquare*: Der Adaptionsfaktor entspricht d_{act}^2 / d_{max}^2
- *1: Diam*: Der Adaptionsfaktor entspricht d_{act} / d_{max}
- *2: Inertia*: Der Adaptionsfaktor entspricht dem J_{act} / J_{max}

Beispiel: Adaption der Drehzahlreglerverstärkung mit unterer Begrenzung auf lrAdaptSpdCtrlLowLimit = 0.2



A	*eAdaptSpdCtrlGainMode = 0: DiamToSquare*
B	*eAdaptSpdCtrlGainMode = 1: Diam*
C	*eAdaptSpdCtrlGainMode = 2: Inertia*

Bei sehr steifen Mechaniken und Wickelmaterialien sowie minimierten Totzeiten im Regelkreis kann die Adaptionsmethode mit Parameter *eAdaptSpdCtrlGainMode* = 2 (Inertia) angewendet werden.

In diesem Fall müssen die Massenträgheitsmomente plausibel in die Parameter *lrConstMInertia* und *lrMaxMInertia* eingetragen werden.

In vielen Anwendungen ist es ausreichend die Standard-Adaptionsmethode mit Parameter *eAdaptSpdCtrlGainMode* = 0 (DiamToSquare) zu verwenden. In diesem Fall hat das Massenträgheitsmoment keinen Einfluss auf die Adaption.

Für alle drei Methoden wird über den Parameter *lrAdaptSpdCtrlLowLimit* eine untere Begrenzung für die Adaption festgelegt.

Adaption der Drehzahlregler-Verstärkung aktivieren/deaktivieren

Die Adaption der Drehzahlregler-Verstärkung ist vom Zustand des Technologiemoduls und von einer aktuell ausgeführten Funktion unabhängig und kann daher zu einem beliebigen Zeitpunkt aktviert oder deaktiviert werden.

- Eingang *xAdaptSpdCtrlGain* = TRUE: Adaption Drehzahlregler-Verstärkung aktiviert.
- Eingang *xAdaptSpdCtrlGain* = FALSE: Adaption Drehzahlregler-Verstärkung deaktiviert.

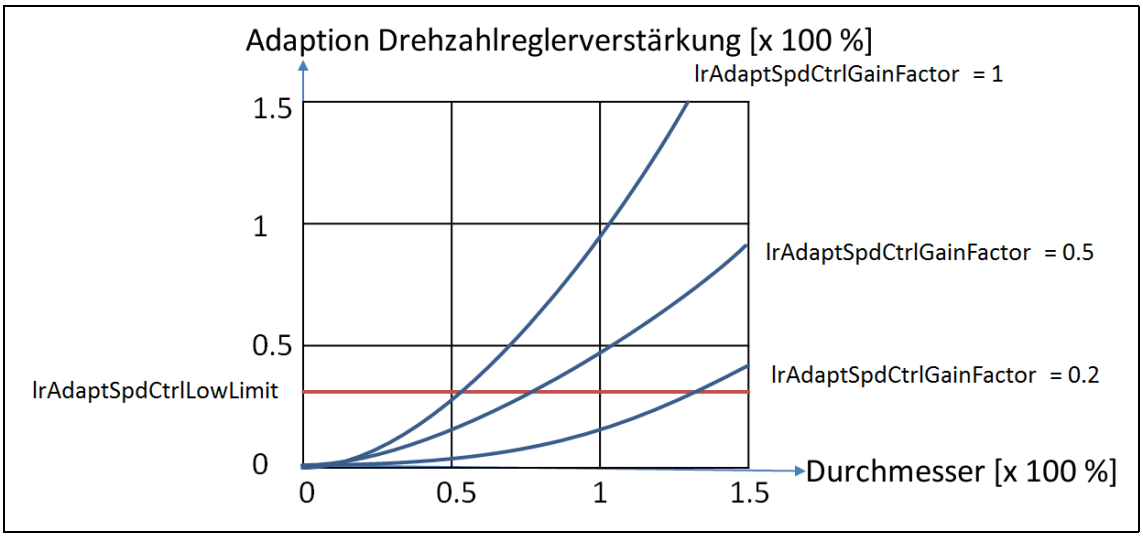
Der Wert für die Adaption wird im Technologiemodul berechnet, wobei die Berechnungsvorschrift über den Adaptionsmodus in Parameter *eAdaptSpdCtrlGainMode* (siehe unten) vorgegeben wird.

Der Wertebereich für die Adaption ist 0 ... 1 (1 = 100 % der Drehzahlverstärkung aus der Einstellung des Drehzahlreglers). Der im Drehzahlregler eingestellte resultierende Adaptionswert kann mit einem Faktor aus dem Eingang *lrAdaptSpdCtrlGainFactor* multiplikativ beeinflusst werden.

Über den Parameter *lrAdaptSpdCtrlLowLimit* wird der kleinste zulässige Wert für die Adaption der Drehzahlregler-Verstärkung festgelegt.

Adaptionsmodus eAdaptSpdCtrlGainMode = 0 (DiamToSquare)

Im Modus *eAdaptSpdCtrlGainMode* = 0 wird die Adaption aus dem skalierten Durchmesser (Ausgang *lrSetDiamScaledOut*) zum Quadrat berechnet.

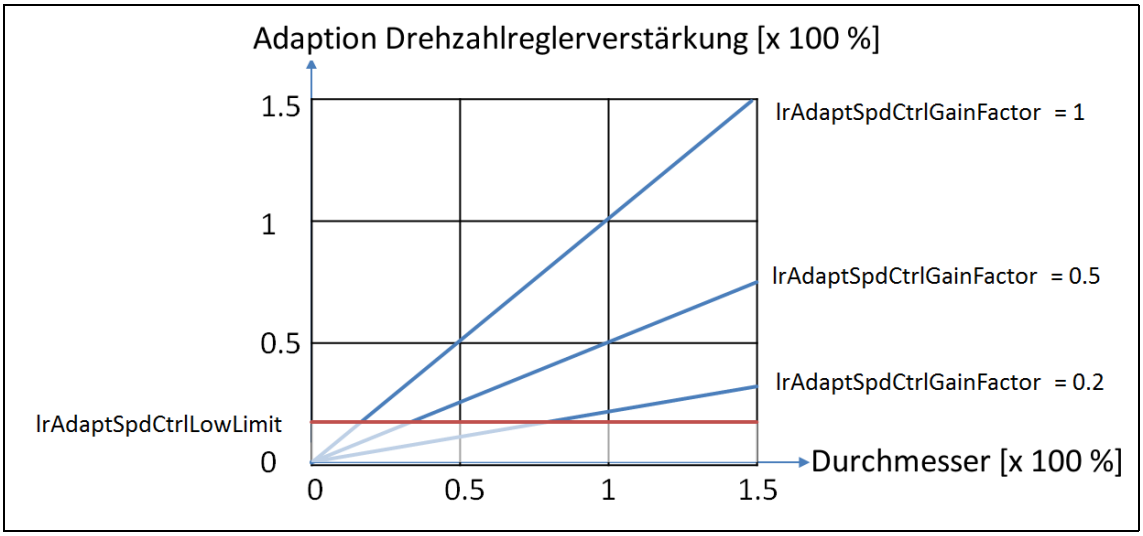


[9-12] Adaption des Drehzahlreglers in Abhängigkeit des Durchmessers zum Quadrat unter Einfluss von *lrAdaptSpdCtrlGainFactor*

Beim maximalen Durchmesser wird der Adaptionswert = 1 gesetzt. Über den Parameter *lrAdaptSpdCtrlLowLimit* wird die Adaption der Drehzahregler-Verstärkung nach unten begrenzt.

Adaptionsmodus eAdaptSpdCtrlGainMode = 1 (Diam)

Im Modus *eAdaptSpdCtrlGainMode* = 1 wird die Drehzahlregler-Adaption proportional zum skalierten Durchmesser (Ausgang *lrSetDiamScaledOut*) berechnet.



[9-13] Adaption des Drehzahlreglers in Abhängigkeit des Durchmessers unter Einfluss von *lrAdaptSpdCtrlGainFactor*

Beim maximalen Durchmesser wird der Adaptionswert = 1 gesetzt. Über den Parameter *lrAdaptSpdCtrlLowLimit* wird die Adaption der Drehzahregler-Verstärkung nach unten begrenzt.

Adaptionsmodus eAdaptSpdCtrlGainMode = 2 (Inertia)

Bei einem idealen Modell des Wicklerantriebs betrachtet man Motor und Wickelballen als ein starres Ein-Masse-System. Damit verhält sich die optimale Verstärkung des Drehzahlreglers direkt proportional zum Massenträgheitsmoment J mit einer d4-Funktion.

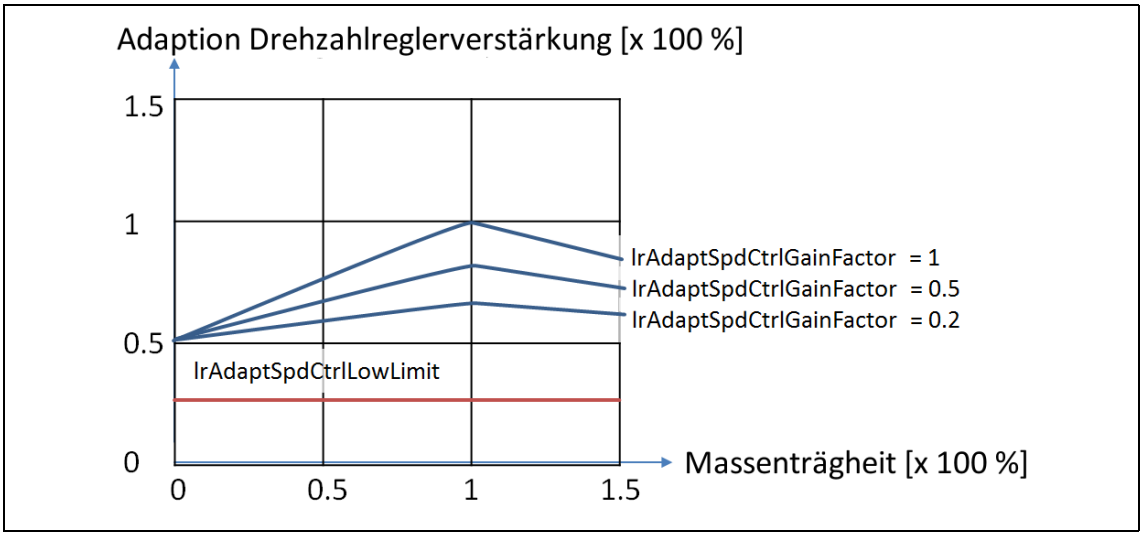
Da sich während des Wickelprozesses das Massenträgheitsmoment meist deutlich verändert, kann es für ein gutes Regelverhalten erforderlich sein, die Verstärkung des Drehzahlreglers mit dem Massenträgheitsmoment mitzuführen.

Für den Modus *eAdaptSpdCtrlGainMode* = 2 (Inertia) ist die Angabe der Masseträgheiten erforderlich:

- Massenträgheit des leeren Wickelballens in Parameter *lrConstMInertia* beim minimalen Durchmesser in Parameter *lrMinDiam*
- Massenträgheit des Wickelballens mit Material in Parameter *lrMaxMInertia* beim maximalen Durchmesser in Parameter *lrMaxDiam*

Die Massenträgheit kann entweder berechnet oder über das Technologiemodul identifiziert werden.

Wenn die beiden Massenträgheiten in den Parametern *lrConstMInertia* und *lrMaxMInertia* bekannt sind, wird die Adaption anhand der folgenden Kennlinie festgelegt:



[9-14] Adaption des Drehzahlreglers in Abhängigkeit des Durchmessers unter Einfluss von *lrAdaptSpdCtrlGainFactor*

Diese Kennlinienfunktion beinhaltet in der Standardeinstellung folgende Werte:

- Untere Begrenzung der Adaption: 50 %
- Obere Begrenzung der Adaption: 100 %
- Lineare Erhöhung der Verstärkung bis 100 % des Massenträgheitsmoments

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
xAdaptSpdCtrlGain BOOL	Adaption der Drehzahlreglerverstärkung ein-/ausschalten. • Initialwert: FALSE	
	TRUE	Adaption der Drehzahlreglerverstärkung freigegeben.
	FALSE	Adaption der Drehzahlreglerverstärkung inaktiv.
eAdaptSpdCtrlGainMode ENUM	Modusauswahl zur Adaption der Drehzahlreglerverstärkung. • Initialwert: 2	
	0	DiamToSquare; VP = f(d^2)
	1	Diam; VP = f(d)
	2	Inertia; VP = f(J)
lrAdaptSpdCtrlLowLimit LREAL	Untere Begrenzung der Drehzahlreglerverstärkung im Antrieb. Der Adaptionswert *lrSetSpdCtrlGainAdaptOut* darf nicht kleiner sein als der Wert in Parameter *lrAdaptSpdCtrlLowLimit*. • Wertebereich: 0 bis 1 • Initialwert: 1.0 (100 %)	
alrSpdCtrlGainAdaptX ARRAY [1...9] OF LREAL	Kennlinienfunktion für die Drehzahlregelungsverstärkung Die X-Achse entspricht dem dem aktuell berechneten Apaptionsfaktor für die Anpassung der Drehzahlreglerverstärkung. • Einheit: x 100 % (1 = 100 % = Parameter *lrMaxMInertia*) • Initialwerte: [0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6]	
alrSpdCtrlGainAdaptY ARRAY [1...9] OF LREAL	Kennlinienfunktion für die Drehzahlregelungsverstärkung Die Y-Achse entspricht dem Verstärkungsfaktor des Drehzahlreglers. • Einheit: x 100 % (1 = 100 %) • Initialwerte: [0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6]	

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.24 Begrenzung der Master-Liniengeschwindigkeit

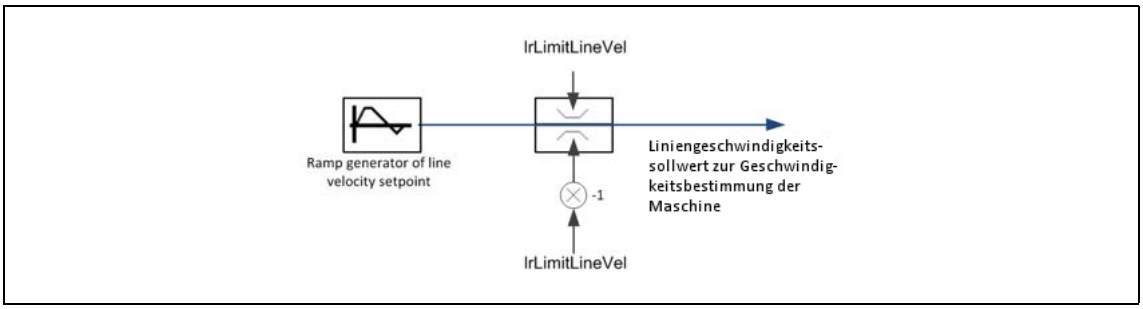
Zur Reduzierung der Antriebsleistung bei kleinen Wicklerdurchmessern oder um zulässige Getriebe-Eintriebsdrehzahlen nicht zu überschreiten, kann es erforderlich sein, die Liniengeschwindigkeit der Anlage zu begrenzen. Die Berechung der Begrenzung erfolgt im Technologiemodul.

Die maximale Drehzahl der Wickelwelle (abtriebsseitig) wird über den Parameter *lrMaxWndSpd* festgelegt. Mit Eingabe dieses Parameters ist die Begrenzungsfunktion direkt freigegeben.

Am Ausgang *lrLimitLineVel* wird die maximal zugelassen Liningeschwindigkeit in [mm/s] ausgegeben. Ein Überschreiten der Liniengeschwindigkeit *lrLimitLineVel* bedeutet zwangsläufig auch eine Überschreitung der maximalen Wicklerwellen-Drehzahl in Parameter *lrMaxWndSpd*.

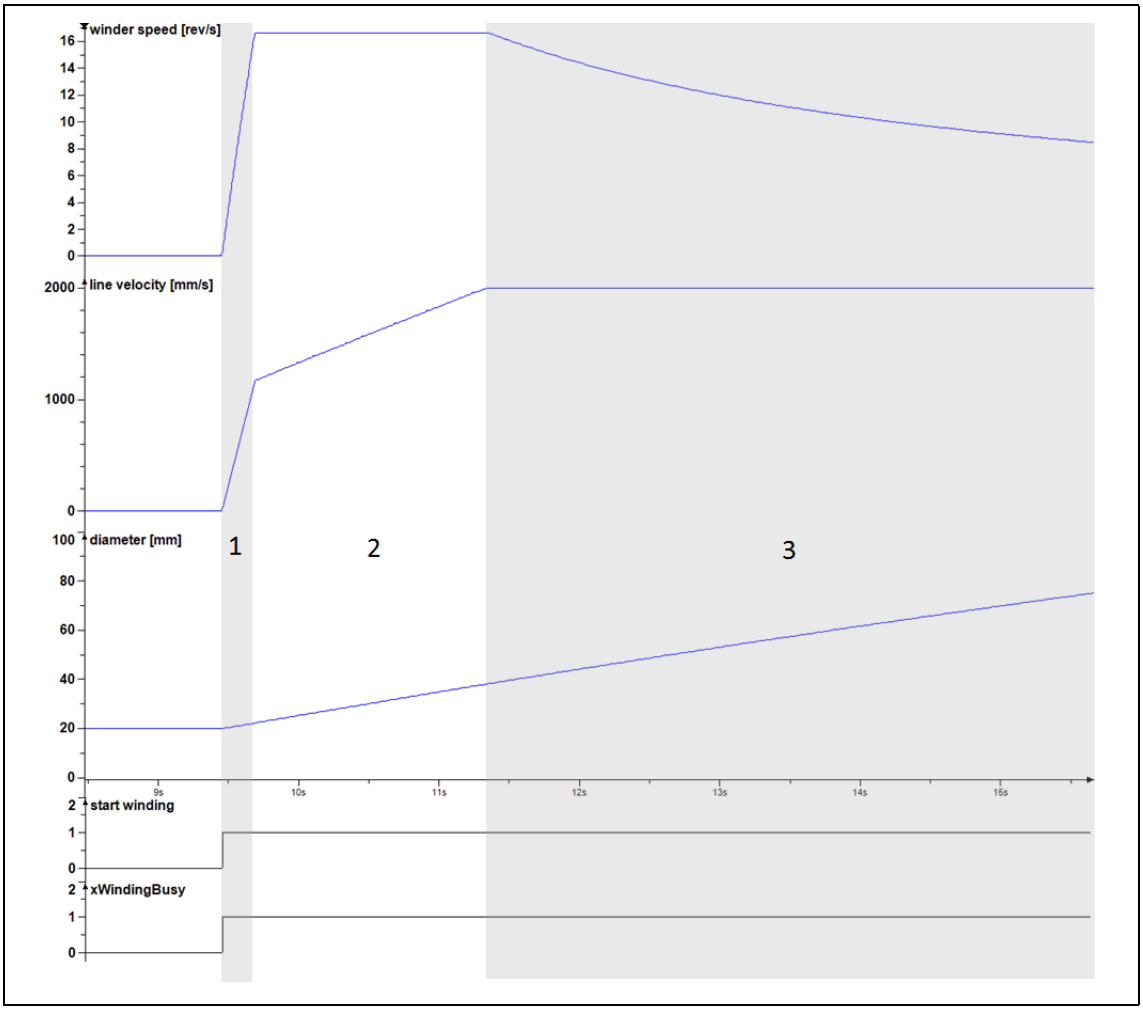
Beispiel

Das Beispiel zeigt die Umsetzung einer Begrenzung des Anlagensollwertes im geschwindigkeitsbestimmenden Antrieb (nicht im Wickler!) unter Verwendung des Ausgangs *lrLimitLineVel* aus dem Technologiemodul.



[9-15] Signalfluss zur Begrenzung der Master-Liniengeschwindigkeit

Folgende Grafik verdeutlicht die notwendige Begrenzung der Liniengeschwindigkeit zwischen Referenz-Liniengeschwindigkeit (Vref) bis maximaler Liniengeschwindigkeit (Vmax) für einen Aufwickler, der bei minimalem Durchmesser (Dmin) startet, um die maximal zugelassen Drehzahl der Winkelwelle in Parameter *lrMaxWndSpd* nicht zu überschreiten.



[9-16] Beispiel für die Begrenzung der Liniengeschwindigkeit

Nr	xWindingBusy	Begrenzung ist aktiv	Liniengeschwindigkeit hat das Maximum erreicht	INFO
1	TRUE	FALSE	FALSE	Das TM befindet sich im Wickelbetrieb. Die Liniengeschwindigkeit wird größer.
2	TRUE	TRUE	FALSE	Der Wickelantrieb erreicht die maximal erlaubte Drehzahl. Die Linienbegrenzung aus dem Wickler begrenzt die Liniengeschwindigkeit.
3	TRUE	FALSE	TRUE	Die Linie hat die maximale Geschwindigkeit erreicht und wird konstant verfahren. Der Durchmesser wächst weiterhin. Die Drehzahl des Wicklers wird geringer.

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrMaxWndSpd LREAL	Festlegung der maximalen Wicklerwellen-Drehzahl (abtriebsseitig). Einheit: rev/s Initialwert: 100

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

9.25 Beendigung des Wickelprozesses

Zur Beendigung des Wickelprozesses (Zustand "TENSIONCTRL") gibt es zwei Möglichkeiten:

A. Eingänge *xTensCtrl* = FALSE und *xSyncIn* = TRUE setzen.
   Das Technologiemodul wechselt vom Wickelprozess in die synchrone Fahrt. Hierbei wird die Wicklerumfangsgeschwindigkeit auf die Liniengeschwindigkeit (Eingang *lrSetLineVel*) synchronisiert.
   Zustandswechsel: "TENSIONCTRL" ==> "SYNCLINEVEL"

B. Eingänge *xTensCtrl* = FALSE und *xSyncIn* = FALSE setzen.
   Der Wickelprozess wird in Abhängigkeit der Einstellung des Parameters *eTensCtrlStopMode* beendet.
   - *eTensCtrlStopMode* = 0: Halt
     Die Achse wird über die Verzögerung und den Ruck der Halt-Funktion aus der Struktur AXIS_REF in den Stillstand geführt.
   - *eTensCtrlStopMode* = 1: Move Abs
     Die Achse wird mit der Geschwindigkeit (*lrVel*), Beschleunigung (*lrAcc*), Verzögerung (*lrDec*) und den Ruck (*lrJerk*) in die Zielposition (*lrPos_Dist*) gefahren.
     Die Zielposition wird über die Struktur *scCtrlBasicMotion.lrPos_Dist* am Eingang des Technologiemoduls vorgeben.
   - *eTensCtrlStopMode* = 2: Move Rel
     Die Achse wird mit der Geschwindigkeit (*lrVel*), Beschleunigung (*lrAcc*), Verzögerung (*lrDec*) und dem Ruck (*lrJerk*) nach der gefahrenen Wegstrecke (*lrPos_Dist*) in den Stillstand geführt.
     Der Weg wird über die Struktur *scCtrlBasicMotion.lrPos_Dist* am Eingang des Technologiemoduls vorgeben.

   Zustandswechsel: "TENSIONCTRL" ==> "STOP"

Einzustellende Parameter

Bezeichner Datentyp	Beschreibung	
eTensCtrlStopMode L_TW2P_TensionCtrlStopMode	Modus in dem der Wickelprozess (Zustand "TENSIONCTRL") beendet wird. • Initialwert: 0	
	0	Halt Die Achse wird über die Verzögerung (*lrHaltDec*) und den Ruck (*lrJerk*) angehalten.
	1	Move Abs Absolute Fahrt/Positionierung: Die Achse wird mit der Geschwindigkeit (*lrVel*), Beschleunigung (*lrAcc*), Verzögerung (*lrDec*) und den Ruck (*lrJerk*) in die Zielposition (*lrPos_Dist*) gefahren.
	2	Move Rel Relative Fahrt/Positionierung: Die Achse wird mit der Geschwindigkeit (*lrVel*), Beschleunigung (*lrAcc*), Verzögerung (*lrDec*) und den Ruck (*lrJerk*) nach der gefahrenen Wegstrecke (*lrPos_Dist*) in den Stillstand geführt.
lrVel LREAL	Geschwindigkeit für Bewegungen, die über die Struktur **scCtrlBasicMotion** beauftragt werden. • Einheit: units/s • Initialwert: 3600	
lrAcc LREAL	Beschleunigung für Bewegungen, die über die Struktur **scCtrlBasicMotion** beauftragt werden. Vorgabe, mit welcher Geschwindigkeitsänderung maximal beschleunigt werden soll. • Einheit: units/s^2 • Initialwert: 36000	

Bezeichner Datentyp	Beschreibung
lrDec LREAL	Verzögerung für Bewegungen, die über die Struktur **scCtrlBasicMotion** beauftragt werden. Vorgabe, mit welcher Geschwindigkeitsänderung maximal bis zum Stillstand verzögert werden soll. • Einheit: units/s^2 • Initialwert: 100
lrJerk LREAL	Ruck für Bewegungen, die über die Struktur **scCtrlBasicMotion** beauftragt werden. • Einheit: units/s^3 • Initialwert: 0
lrPos_Dist LREAL	**Absolute Positionierung** Absolute Zielposition bezogen auf die Nullposition der Achse. • Einheit: units • Initialwert: 0
	Relative Positionierung Zu verfahrende Wegstrecke bezogen auf die Sollposition zum Startzeitpunkt des Kommandos. • Einheit: units • Initialwert: 0

▸ L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState (📖 25)

Index

A

Abbruch einer Positionierung 54
Absolute Positionierung 46
Abweichung im Bereich reduzierter Empfindlichkeit 85
Access points 36
Adaption der Drehzahlreglerverstärkung 102
Anlauf der Achsen 14
Anwendungshinweise 7
Ausgänge 23

B

Bahnrissüberwachung 88
Beendigung des Wickelprozesses 109
Beendigung einer Positionierung 54
Begrenzung der Master- Liniengeschwindigkeit 107
Beschleunigungskompensation 91
Betriebsmodus 13

D

Dokumenthistorie 6
Drehzahlklammerung 86
Drehzahlreglerverstärkung (Adaption) 102
Drehzahlvorsteuerung 76
Durchmesser halten 66
Durchmesser vorgeben 67
Durchmesserberechnung 64
Durchmessersensor-Signal 67

E

Eingänge 19
Eingänge und Ausgänge 19
E-Mail an Lenze 113
Endlosfahrt mit definierter Geschwindigkeit 51

F

Feedback an Lenze 113
Funktionen des Technologiemoduls (Übersicht) 12
Funktionsbeschreibung "Winder Tension-controlled" 10

G

Geschwindigkeits-Override 57
Gestaltung der Sicherheitshinweise 7

H

Halt 45
Handfahren (Jogging) 39
Hinweise zum Betrieb des Technologiemoduls 13

I

Identifikation der Massenträgheitsmomente 93

L

L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState 25
L_TW2P_WinderTensionCtrlState 17
Leitwert-Quelle für die Durchmesserberechnung 63

M

Massenträgheitsmomente identifizieren 93
Master-Liniengeschwindigkeit begrenzen 107
Materiallängenzähler 69
Materiallängenzählung (Quellen) 69
Materialzuführung an den Wickler 61
Max. Massenträgheitsmoment berechnen 96

O

Override für Geschwindigkeit 57

P

Parameterstruktur L_TW2P_scPar_WinderTensionCtrlState 25
Persistente Variablen 89

Q

QSP Application 44
Quellen für die Materiallängenzählung 69

R

Referenzfahrt (Homing) 41
Regelabweichung im Bereich reduzierter Empfindlichkeit 85
Relative Positionierung 48

S

Sicherheitshinweise 8
Signal vom Durchmessersensor 67
Signalfluss des Technologiemoduls "Winder Tension-controlled" (Speed) 33
Signalfluss des Technologiemoduls "Winder Tension-controlled" (Torque) 32
Signalflusspläne 32
Startdurchmesser vorgeben 67
State Machine 31
Struktur der Angriffspunkte L_TW2P_scAP_WinderTensionCtrl 36
Struktur des Signalflusses L_TW2P_scSF_WinderTensionCtrl 34
Synchronisierung auf die Liniengeschwindigkeit 73

V

Variablenbezeichner 6
Verwendete Konventionen 6

W

Wickelprozess beenden 109
Wickelrichtung (Automatische Erkennung) 60
Wickelrichtung festlegen (Aufwickeln/Abwickeln) 59
Winder Tension-controlled (Funktionsbeschreibung) 10

Z

Zielgruppe 5
Zugkraftregelung 82

Zugkraftsteuerung auf Basis Drehmomentsteller 74
Zugkraftsteuerung über Kennlinienfunktion (Base-Variante) 77
Zustände 31

FEEDBACK

Ihre Meinung ist uns wichtig

Wir erstellten diese Anleitung nach bestem Wissen mit dem Ziel, Sie bestmöglich beim Umgang mit unserem Produkt zu unterstützen.

Vielleicht ist uns das nicht überall gelungen. Wenn Sie das feststellen sollten, senden Sie uns Ihre Anregungen und Ihre Kritik in einer kurzen E-Mail an:

feedback-docu@lenze.com

Vielen Dank für Ihre Unterstützung.

Ihr Lenze-Dokumentationsteam