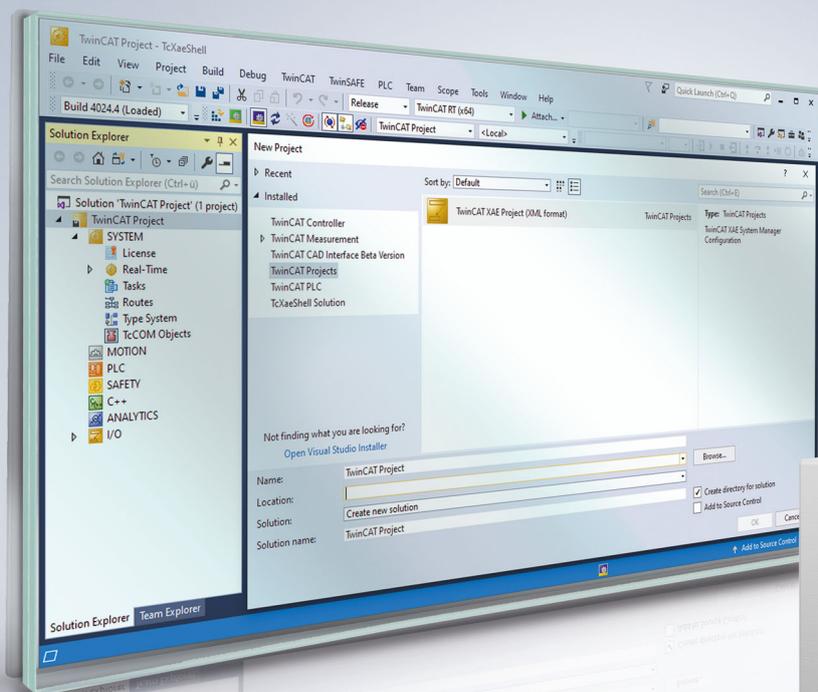


Funktionsbeschreibung | DE

TF5200 | TwinCAT 3 CNC

Geschwindigkeitsglättung



Hinweise zur Dokumentation

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, das mit den geltenden nationalen Normen vertraut ist.

Zur Installation und Inbetriebnahme der Komponenten ist die Beachtung der Dokumentation und der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig.

Das Fachpersonal ist verpflichtet, für jede Installation und Inbetriebnahme die zu dem betreffenden Zeitpunkt veröffentlichte Dokumentation zu verwenden.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

Disclaimer

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte werden jedoch ständig weiter entwickelt.

Wir behalten uns das Recht vor, die Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern.

Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

Marken

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® und XPlanar® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH.

Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.

Patente

Die EtherCAT-Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente:

EP1590927, EP1789857, EP1456722, EP2137893, DE102015105702

mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

EtherCAT 

EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Zuwerhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Allgemeine- und Sicherheitshinweise

Verwendete Symbole und ihre Bedeutung

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Symbole mit nebenstehendem Sicherheitshinweis und Text verwendet. Die (Sicherheits-) Hinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

Symbole im Erklärtext

1. Gibt eine Aktion an.
⇒ Gibt eine Handlungsanweisung an.

GEFAHR

Akute Verletzungsgefahr!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!

VORSICHT

Schädigung von Personen und Maschinen!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Personen und Maschinen geschädigt werden!

HINWEIS

Einschränkung oder Fehler

Dieses Symbol beschreibt Einschränkungen oder warnt vor Fehlern.

Tipps und weitere Hinweise

 Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum grundsätzlichen Verständnis beitragen oder zusätzliche Hinweise geben.

Allgemeines Beispiel

Beispiel zu einem erklärten Sachverhalt.

NC-Programmierbeispiel

Programmierbeispiel (komplettes NC-Programm oder Programmsequenz) der beschriebenen Funktionalität bzw. des entsprechenden NC-Befehls.

Spezifischer Versionshinweis

 Optionale, ggf. auch eingeschränkte Funktionalität. Die Verfügbarkeit dieser Funktionalität ist von der Konfiguration und dem Versionsumfang abhängig.

Inhaltsverzeichnis

Hinweise zur Dokumentation	3
Allgemeine- und Sicherheitshinweise.....	5
1 Übersicht.....	8
2 Beschreibung	9
2.1 Produktivitätsfaktor.....	10
3 Programmierung	12
4 Parameter.....	14
4.1 Übersicht.....	14
4.2 Beschreibung der Parameter	14
4.3 CNC-Objekte.....	16
5 Support und Service	17

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Wirkungsweise verschiedener Produktivitätsfaktoren in Geschwindigkeits-Weg-Darstellung	11
Abb. 2	Resultierender Geschwindigkeitsverlauf des obigen Programmierbeispiels.....	13

1 Übersicht

Aufgabe

Ziel dieser Funktionalität ist es, Maschinenanregungen durch häufige programmbedingte Beschleunigungs- und Bremsvorgänge zu verringern. Die Funktionalität glättet dazu, unter Berücksichtigung von einem vorgegebenen Kriterium, den geplanten Bahngeschwindigkeitsverlauf.

Wirksamkeit

Eine Glättung des Bahngeschwindigkeitsverlaufs bzw. eine Reduzierung der Beschleunigungs- und Bremsvorgänge wird durch ein satzübergreifendes Angleichen der geplanten maximalen Bahngeschwindigkeiten erreicht. Das Angleichen der maximalen Bahngeschwindigkeiten wird durch eine entsprechende Absenkung erreicht, wodurch eine Bearbeitungszeitverlängerung entstehen kann.

Durch die Vorgabe des Glättungs-Kriteriums (Produktivitätsfaktor) wird

- zum einen der Grad der Glättung und zum anderen
- die maximal tolerierbare Verlängerung der Bearbeitungszeit festgelegt.



Die Funktionalität ist verfügbar ab CNC-Version V3.01.3079.21.

Parametrierung

Voraussetzung für die Nutzung dieser Funktionalität ist die Aktivierung der Funktion über den Parameter P-CHAN-00600 [▶ 14].

Programmierung

Die Parametrierung der Funktionalität erfolgt über den NC-Befehl #LAH[...] [▶ 12].

Obligatorischer Hinweis zu Verweisen auf andere Dokumente

Zwecks Übersichtlichkeit wird eine verkürzte Darstellung der Verweise (Links) auf andere Dokumente bzw. Parameter gewählt, z.B. [PROG] für Programmieranleitung oder P-AXIS-00001 für einen Achsparameter.

Technisch bedingt funktionieren diese Verweise nur in der Online-Hilfe (HTML5, CHM), allerdings nicht in PDF-Dateien, da PDF keine dokumentenübergreifenden Verlinkungen unterstützt.

2 Beschreibung

Abhängig vom verwendeten NC-Programm sind während der Bearbeitung viele aufeinander folgende Beschleunigungs- und Bremsvorgänge möglich. Dies führt zu einem unruhigen Geschwindigkeitsverlauf, zur Anregung und damit zu einer höheren Beanspruchung der Maschine.

Die Funktionalität der Geschwindigkeitsglättung soll dem entgegenwirken.

Die Ziele im Einzelnen:

- unnötige Beschleunigungs- und Bremsvorgänge vermeiden
- ruhigere Bearbeitung
- geringere Anregung der Maschine
- geringere Beanspruchung der Maschine

Voraussetzung

Die Funktionalität muss im Kanalparameter P-CHAN-00600 aktiviert werden.

```
configuration.path_preparation.function FCT_DEFAULT | FCT_VSM
```

Arbeitsweise der Geschwindigkeitsglättung

Die Funktion der Geschwindigkeitsglättung betrachtet Bewegungssätze satzübergreifend und senkt die maximalen Bahngeschwindigkeiten gegebenenfalls durch angleichen auf ein lokales Minimum ab. Die Funktion wirkt ausschließlich auf die maximale zulässige Bahngeschwindigkeit des jeweiligen Satzes und somit auch auf die Übergangsgeschwindigkeit der Bewegungssätze.

Bevorzugt werden durch die Geschwindigkeitsglättung Sätze, bei welchen durch Absenkung der Bahngeschwindigkeit eine geringere Bearbeitungszeitverlängerung entsteht, als beim Absenken von Sätzen mit längerer Bearbeitungszeit.

Bei NC-Programmen mit vielen Satzübergangsgeschwindigkeiten nahe oder gleich 0 ist die glättende Wirkung der Funktion gering.

i Eine Glättung des Bahngeschwindigkeitsverlaufs bedeutet auch eine Verlängerung der Bearbeitungszeit.

Eigenschaften der Geschwindigkeitsglättung

- Die Geschwindigkeitsglättung arbeitet satzübergreifend.
- Die maximale Absenkung der Bahngeschwindigkeit ist abhängig vom Produktivitätsfaktor und der minimal vorhandenen Maximalgeschwindigkeit eines Satzes im betrachteten Bereich.
- Die Symmetrische Arbeitsweise der geglättete Bahngeschwindigkeitsverlauf bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt ist weitestgehend gleich.
- Die Geschwindigkeitsglättung hat, bedingt durch Pufferung von Bewegungssätzen, einen stockenden Einfluss auf die Satzversorgung. Mögliche Abhilfe ist eine höhere Priorisierung der SDA-Task.

2.1 Produktivitätsfaktor

Mit dem Produktivitätsfaktor kann der Anwender die Wirkung der Geschwindigkeitsglättung steuern. Der Produktivitätsfaktor steuert dabei zwei Größen:

- Grad der Glättung
- Begrenzung der Produktivitätseinbußen

Bestimmung des Produktivitätsfaktor:

$$\text{Produktivitätsfaktor}[\%] = \frac{\text{Bearbeitungszeit ohne Geschwindigkeitsglättung}}{\text{Bearbeitungszeit mit Geschwindigkeitsglättung}} * 100$$

Durch die Absenkung der maximalen Bahngeschwindigkeiten zur Glättung kommt es zu einer Bearbeitungszeitverlängerung. Diese setzt sich wie folgt zusammen:

$$\text{Bearbeitungszeitverlängerung} [\%] = \frac{\text{Bearbeitungszeit mit Geschwindigkeitsglättung}}{\text{Bearbeitungszeit ohne Geschwindigkeitsglättung}} * 100$$

Weiter kann die maximal zu erwartende Bearbeitungszeitverlängerung (prozentual) für den vorgegebenen Produktivitätsfaktor wie folgend beschrieben bestimmt werden:

$$\text{Bearbeitungszeitverlängerung} [\%] = \frac{1}{\text{Produktivitätsfaktor}[\%]} * 100$$



Der real erreichte Produktivitätsfaktor ist immer \geq dem vorgegebenen Produktivitätsfaktor.

Berechnungsbeispiel des Produktivitätsfaktors

Produktivitätsfaktor = 90(%) bedeutet, der geglättete Verlauf hat minimal 90% der ursprünglichen Produktivität. D.h. die maximal Bearbeitungszeitverlängerung in % beträgt $1/0,9 \times 100 = 111,11\%$. Somit benötigt das NC-Programm maximal 11,11% mehr Bearbeitungszeit als die ursprüngliche Bearbeitung.

Nachfolgende Abbildungen zeigen die Wirkungsweise auf den Geschwindigkeitsverlauf ohne und mit verschiedenen Produktivitätsfaktoren am Beispiel eines HSC-Programms.

Blau = Zulässige maximale Bahngeschwindigkeit über das CNC-Objekt „Maximum velocity on path [▶ 16]“

Rot = Bahngeschwindigkeit über das CNC-Objekt „Actual velocity on path [▶ 16]“

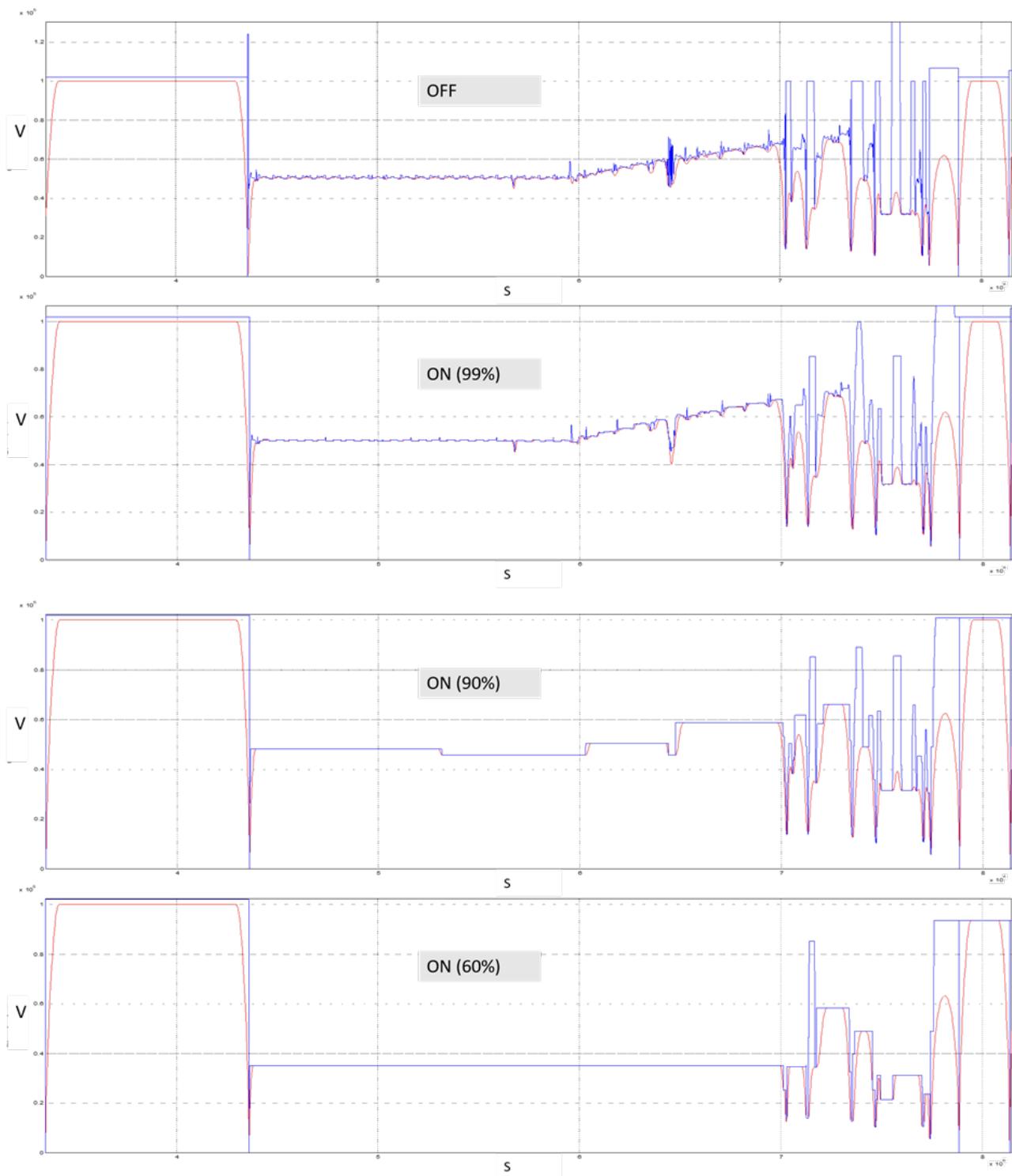


Abb. 1: Wirkungsweise verschiedener Produktivitätsfaktoren in Geschwindigkeits-Weg-Darstellung



Wenn ein Produktivitätsfaktor von 100 (%) angegeben wird, dann wird der Verlauf der maximalen satzweisen Bahngeschwindigkeiten gleichfalls immer angepasst bzw. verändert. Auf die Produktivität sollte dies, gemäß der Vorgabe von 100%, aber keinen Einfluss haben.

3 Programmierung

Die Programmierung der Geschwindigkeitsglättung im NC-Programm wird über den #LAH-Befehl durchgeführt. Mit diesem NC-Befehl kann die Geschwindigkeitsglättung aktiviert/ deaktiviert sowie die Parametrierung bei aktivem NC-Programm geändert werden.

Syntax:

#LAH [SMOOTH_PATH_VEL =.. PROD_FACT =..] nicht modal

SMOOTH_PATH_VEL Geschwindigkeitsglättung deaktivieren/aktivieren:

=.. 0: Geschwindigkeitsglättung nicht aktiv
 1: Geschwindigkeitsglättung aktiv

PROD_FACT=.. Produktivitätsfaktor in %
 Wertebereich: 0 < Produktivitätsfaktor <= 100%

HINWEIS

Bei Aktivierung der Geschwindigkeitsglättung und bei Änderung des Produktivitätsfaktors müssen immer beide Schlüsselworte programmiert werden.

Fehlt eine Angabe, wird der Fehler ID 21104 ausgegeben.

Programmierbeispiel Geschwindigkeitsglättung

Das Programmierbeispiel zeigt ein einfaches NC-Programm, bei welchem eine Linearsatz-Sequenz 3x durchlaufen wird.

- Durchlauf 1 (S1): ohne Geschwindigkeitsglättung
- Durchlauf 2 (S2): mit aktiver Geschwindigkeitsglättung 90%
- Durchlauf 3 (S3): Änderung der Parametrierung der Geschwindigkeitsglättung auf 50% und anschließender Deaktivierung der Geschwindigkeitsglättung.

```
%main
( Durchlauf 1 )
N020 G00 G90 X0 Y0 Z0
N030 G01 X1 Y1 F30000
N040 G01 X2 Y0
N050 G01 X0
( Durchlauf 2 )
N060 #LAH [SMOOTH_PATH_VEL = 1 PROD_FACT = 90]
N070 G01 X1 Y1
N080 G01 X2 Y0
N090 G01 X0
( Durchlauf 3 )
N100 #LAH [SMOOTH_PATH_VEL = 1 PROD_FACT = 50]
N110 G01 X1 Y1
N120 G01 X2 Y0
N130 G01 X0
N140 #LAH [SMOOTH_PATH_VEL = 0] (Deaktivierung)
N150 G260
N160 M30
```

Blau: zulässige maximale Bahngeschwindigkeit

Rot: aktuelle Bahngeschwindigkeit

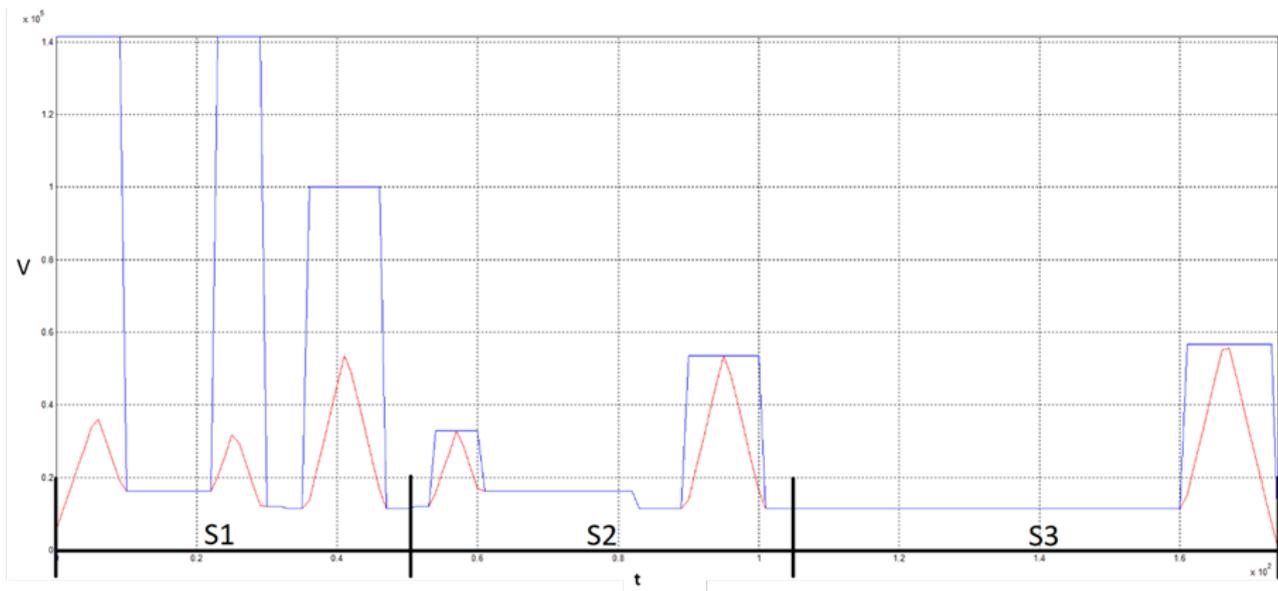


Abb. 2: Resultierender Geschwindigkeitsverlauf des obigen Programmierbeispiels

4 Parameter

4.1 Übersicht

ID	Parameter	Beschreibung
P-CHAN-00600	configuration.path_preparation.function	Funktionen in Bahnvorbereitung aktivieren
alternativ		
P-STUP-00060	..path_preparation.function	Funktionen in Bahnvorbereitung aktivieren (Alternativ, wird aber nicht empfohlen).

4.2 Beschreibung der Parameter

Kanalparameter

P-CHAN-00600	Festlegung der Funktionalitäten für die Bahnplanung
Beschreibung	Der Parameter legt die einzelnen Funktionalitäten in der Bahnplanung fest. Hierdurch können einzelne Funktionen zum Test deaktiviert oder aus Performancegründen ausgeschaltet werden.
Parameter	configuration.path_preparation.function
Datentyp	STRING
Datenbereich	Siehe Beschreibung der Parameter [► 15]
Dimension	----
Standardwert	FCT_DEFAULT
Anmerkungen	Parameter ist ab folgenden Versionen verfügbar V2.11.2040.04 ; V2.11.2810.02 ; V3.1.3079.17 ; V3.1.3107.10 Über P-CHAN-00605 und P-CHAN-00606 besteht die Möglichkeit abhängig vom Bearbeitungsmodus Funktionen festzulegen.

Hochlaufparameter

P-STUP-00060	Festlegung der Funktionalitäten für die Bahnplanung
Beschreibung	Der Parameter legt die einzelnen Funktionalitäten in der Bahnplanung fest. Hierdurch können einzelne Funktionen zum Test deaktiviert oder aus Performancegründen ausgeschaltet werden.
Parameter	configuration.channel[i].path_preparation.function
Datentyp	STRING
Datenbereich	Siehe Beschreibung der Parameter [► 15]
Dimension	----
Standardwert	FCT_DEFAULT
Anmerkungen	

Funktionstabelle Bahnvorbereitung

Kennung	Beschreibung
FCT_DEFAULT	Die Funktionen FCT_FFM FCT_PRESEGMENTATION FCT_SPLINE FCT_POLY FCT_CAX FCT_CAX_TRACK FCT_SEGMENTATION sind verfügbar.
FCT_FFM	Freiformflächenmodus, #HSC [OPMODE 1 CONTERR 0.01], #HSC [OPMODE 2]
FCT_PRESEGMENTATION	Lineare Vorsegmentierung im HSC-Mode
FCT_SPLINE	#HSC[], AKIMA, B-Spline, G150/G151
FCT_POLY	#CONTOUR MODE[], G61, G261/G260
FCT_CAX	C-Achsbearbeitung, d.h. die Spindel wird in den Kanal mit aufgenommen.
FCT_CAX_TRACK	#CAX TRACK, Nachführen einer Achse entsprechend des Konturwinkels
FCT_SEGMENTATION	Für dynamische Segmentierung der Bahnkontur, z.B. bei stark unterschiedlicher Krümmung eines Polynomsegments.

Die folgenden Funktionen müssen zusätzlich freigeschaltet werden:	
FCT_LIFT_UP	Automatisches Abheben/Senken einer Achse (Wegbasierte Kopplung). Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_LIFT_UP
FCT_EMF	Eckenbearbeitung (scharfe Konturverläufe). Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_EMF
FCT_EMF_POLY_OFF	Eckenbearbeitung inaktiv bei Polynomen. Im Gegensatz zu der Einstellung mit FCT_EMF wird hier die Erzeugung der Eckensignale bei aktiver Bahnpolynomgenerierung im Kanal ausgeblendet. Polynome werden z.B. beim Überschleifen G261 oder aktivem B-Spline erzeugt. Die resultierende Geometrie ist i. A. tangential. Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_EMF_POLY_OFF
FCT_SYNC	Synchronisieren einer Achse auf Bahnverbund. Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_SYNC
FCT_PRECON	Optimierte Planung bei Verwendung von #HSC[BSPLINE]. Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_PRECON
FCT_LIFT_UP_TIME	Automatisches Abheben/Senken einer Achse (Zeitbasierte Kopplung). Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_LIFT_UP_TIME
FCT_PTP	Dynamisch optimiertes Überschleifen der gesamten Kontur. Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_PTP
FCT_M_PRE_OUTPUT	Vorabausgabe von M/H-Funktionen (Mikrostege). Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_M_PRE_OUTPUT
FCT_SURFACE	HSC-Bearbeitung mit Surface Optimizer Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_SURFACE
FCT_SEG_CHECK	Satzsegmentierung in Verbindung mit weggesteuerter Verschiebung von M Funktionen (Verweilzeit), Siehe P-CHAN-00650 und Beschreibung der Parameter [► 15] Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_SEG_CHECK
FCT_NIBBLING	Funktion Nibbeln aktivieren Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_NIBBLING
FCT_PUNCHING	Funktion Stanzen aktivieren Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_PUNCHING
FCT_VSM	Funktion Geschwindigkeitsglättung aktivieren Beispiel: FCT_DEFAULT FCT_VSM ab V3.1.3079.21

4.3 CNC-Objekte

Name	Maximum velocity on path		
Beschreibung	Mit diesem Objekt kann die maximale Bahngeschwindigkeit gelesen werden.		
Task	GEO (Port 551)		
Indexgruppe	0x12130<C _{ID} >	Indexoffset	0xF
Datentyp	UNS32	Länge	4
Attribute	read	Einheit	[µm/s]
Anmerkungen			

Name	Actual velocity on path		
Beschreibung	Mit diesem Objekt kann die aktuelle Bahngeschwindigkeit gelesen werden.		
Task	GEO (Port 551)		
Indexgruppe	0x12130<C _{ID} >	Indexoffset	0x15
Datentyp	REAL64	Länge	8
Attribute	read	Einheit	[µm/s]
Anmerkungen			

Name	Maximum velocity on path at block end		
Beschreibung	Mit diesem Objekt kann die maximale Bahngeschwindigkeit am Satzende gelesen werden.		
Task	GEO (Port 551)		
Indexgruppe	0x12130<C _{ID} >	Indexoffset	0x10
Datentyp	UNS32	Länge	4
Attribute	read	Einheit	[µm/s]
Anmerkungen			

5 Support und Service

Beckhoff und seine weltweiten Partnerfirmen bieten einen umfassenden Support und Service, der eine schnelle und kompetente Unterstützung bei allen Fragen zu Beckhoff Produkten und Systemlösungen zur Verfügung stellt.

Downloadfinder

Unser [Downloadfinder](#) beinhaltet alle Dateien, die wir Ihnen zum Herunterladen anbieten. Sie finden dort Applikationsberichte, technische Dokumentationen, technische Zeichnungen, Konfigurationsdateien und vieles mehr.

Die Downloads sind in verschiedenen Formaten erhältlich.

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

Wenden Sie sich bitte an Ihre Beckhoff Niederlassung oder Ihre Vertretung für den [lokalen Support und Service](#) zu Beckhoff Produkten!

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unserer Internetseite: www.beckhoff.com

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Beckhoff Support

Der Support bietet Ihnen einen umfangreichen technischen Support, der Sie nicht nur bei dem Einsatz einzelner Beckhoff Produkte, sondern auch bei weiteren umfassenden Dienstleistungen unterstützt:

- Support
- Planung, Programmierung und Inbetriebnahme komplexer Automatisierungssysteme
- umfangreiches Schulungsprogramm für Beckhoff Systemkomponenten

Hotline: +49 5246 963-157
E-Mail: support@beckhoff.com

Beckhoff Service

Das Beckhoff Service-Center unterstützt Sie rund um den After-Sales-Service:

- Vor-Ort-Service
- Reparaturservice
- Ersatzteilservice
- Hotline-Service

Hotline: +49 5246 963-460
E-Mail: service@beckhoff.com

Beckhoff Unternehmenszentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon: +49 5246 963-0
E-Mail: info@beckhoff.com
Internet: www.beckhoff.com

Mehr Informationen:
www.beckhoff.de/TF5200

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland
Telefon: +49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

