

Technische Dokumentation

PID-131-U

Standard PID-Regler



INHALT

1	Allgemeine Informationen.....	4
1.1	Bestellnummer.....	4
1.2	Lieferumfang.....	4
1.3	Zubehör.....	4
1.4	Verwendete Symbole.....	5
1.5	Handhabung der Dokumentation.....	5
1.6	Impressum.....	5
1.7	Sicherheitshinweise.....	6
2	Eigenschaften.....	7
2.1	Gerätebeschreibung.....	8
3	Anwendung und Einsatz.....	9
3.1	Einbauvorschrift.....	9
3.2	Typische Systemstruktur.....	10
3.3	Funktionsweise.....	10
3.4	Inbetriebnahme.....	11
4	Technische Beschreibung.....	12
4.1	Eingangs- und Ausgangssignale.....	12
4.2	LED Definitionen.....	13
4.3	Blockschaltbild.....	14
4.4	Typische Verdrahtung.....	15
4.5	Anschlussbeispiele.....	15
4.6	Technische Daten.....	16
5	Parameter.....	17
5.1	Parameterübersicht.....	17
5.2	Basisparameter.....	19
5.2.1	LG (Sprachumschaltung).....	19
5.2.2	MODE (Parameteransicht).....	19
5.2.3	SENS (Fehlerüberwachung).....	19
5.2.4	PIN:5 (Funktion von PIN 5).....	20
5.2.5	CDWIN (Größe des Regelabweichungsfensters).....	20
5.2.6	EOUT (Ausgangssignal bei fehlender Bereitschaft).....	20
5.3	Eingangssignalanpassung.....	21
5.3.1	SIGNAL (Typ des Eingangssignals).....	21
5.3.2	N_RANGE:X (Sensorspanne im Verhältnis zum Arbeitsbereich).....	21
5.3.3	OFFSET:X (Sensoroffset).....	21
5.3.4	Verwendung der Kommandos SIGNAL:X, N_RANGE:X und OFFSET:X.....	21
5.4	Rampen und PID Regelparameter.....	22
5.4.1	RA (Zeiten der Sollwertrampe).....	22
5.4.2	INTEG (Integrator Geschwindigkeitsstufe).....	22
5.4.3	C (PID Regelparameter).....	23
5.5	Ausgangssignalanpassung.....	24
5.5.1	MIN (Überdeckungskompensation).....	24
5.5.2	MAX (Ausgangssignalskalierung).....	24
5.5.3	TRIGGER (Ansprechschwelle der Überdeckungskompensation).....	24
5.5.4	SIGNAL:U (Typ und Polarität des Ausgangssignals).....	25
5.6	Sonderkommandos.....	26
5.6.1	TS (Abtastrate).....	26
5.6.2	AINMODE (Modus der Eingangsskalierung).....	26
5.6.3	AIN (Freie Skalierung der analogen Eingänge).....	27

5.7	PROZESSDATEN (Monitoring)	28
6	Anhang	29
6.1	Überwachte Fehlerquellen	29
6.2	Fehlersuche	29
6.3	Strukturbeschreibung der Kommandos	30
7	Notizen	31

1 Allgemeine Informationen

1.1 Bestellnummer

PID-131-U - mit analogem ± 10 V Differenz Ausgang oder 4... 20 mA Ausgang und analoger Sensorschnittstelle

1.2 Lieferumfang

Zum Lieferumfang gehört das Modul inkl. der zum Gehäuse gehörenden Klemmblöcke. Profibusstecker, Schnittstellenkabel und weitere ggf. benötigte Teile sind separat zu bestellen. Diese Dokumentation steht als PDF Datei auch im Internet unter www.w-e-st.de zur Verfügung.

1.3 Zubehör

WPC-300 - Bedienprogramm (auf unserer Homepage unter Produkte/Software)

Als Programmierkabel kann jedes Standard-Kabel mit USB-A und USB-B Stecker verwendet werden.

1.4 Verwendete Symbole



Allgemeiner Hinweis



Sicherheitsrelevanter Hinweis

1.5 Handhabung der Dokumentation

Diese Dokumentation ist derart strukturiert, dass bis zum Kapitel 6 die Standardbaugruppe beschrieben wird. Erweiterungen, die die Leistungsendstufe betreffen, werden im Kapitel: „ZUSATZINFORMATION ...“ beschrieben.

1.6 Impressum

W.E.St. Elektronik GmbH

Gewerbering 31
D-41372 Niederkrüchten

Tel.: +49 (0)2163 577355-0
Fax.: +49 (0)2163 577355 -11

Homepage: www.w-e-st.de
EMAIL: contact@w-e-st.de

Datum: 09.11.2022

Die hier beschriebenen Daten und Eigenschaften dienen nur der Produktbeschreibung. Der Anwender ist angehalten, diese Daten zu beurteilen und auf die Eignung für den Einsatzfall zu prüfen. Eine allgemeine Eignung kann aus diesem Dokument nicht abgeleitet werden. Technische Änderungen durch Weiterentwicklung des in dieser Anleitung beschriebenen Produktes behalten wir uns vor. Die technischen Angaben und Abmessungen sind unverbindlich. Es können daraus keinerlei Ansprüche abgeleitet werden.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.

1.7 Sicherheitshinweise

Bitte lesen Sie diese Dokumentation und Sicherheitshinweise sorgfältig. Dieses Dokument hilft Ihnen, den Einsatzbereich des Produktes zu definieren und die Inbetriebnahme durchzuführen. Zusätzliche Unterlagen (WPC-300 für die Inbetriebnahme Software) und Kenntnisse über die Anwendung sollten berücksichtigt werden bzw. vorhanden sein.

Allgemeine Regeln und Gesetze (je nach Land: z. B. Unfallverhütung und Umweltschutz) sind zu berücksichtigen.



Diese Module sind für hydraulische Anwendungen im offenen oder geschlossenen Regelkreis konzipiert. Durch Gerätefehler (im Modul oder an den hydraulischen Komponenten), Anwendungsfehler und elektrische Störungen kann es zu unkontrollierten Bewegungen kommen. Arbeiten am Antrieb bzw. an der Elektronik dürfen nur im ausgeschalteten und drucklosen Zustand durchgeführt werden.



Dieses Handbuch beschreibt ausschließlich die Funktionen und die elektrischen Anschlüsse dieser elektronischen Baugruppe. Zur Inbetriebnahme sind alle technischen Dokumente, die das System betreffen, zu berücksichtigen.



Anschluss und Inbetriebnahme dürfen nur durch ausgebildete Fachkräfte erfolgen. Die Betriebsanleitung ist sorgfältig durchzulesen. Die Einbauvorschrift und die Hinweise zur Inbetriebnahme sind zu beachten. Bei Nichtbeachtung der Anleitung, bei fehlerhafter Montage und/oder unsachgemäßer Handhabung erlöschen die Garantie- und Haftungsansprüche.



ACHTUNG!

Alle elektronischen Module werden in hoher Qualität gefertigt. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass es durch den Ausfall von Bauteilen zu Fehlfunktionen kommen kann. Das Gleiche gilt, trotz umfangreicher Tests, auch für die Software. Werden diese Geräte in sicherheitsrelevanten Anwendungen eingesetzt, so ist durch geeignete Maßnahmen außerhalb des Gerätes für die notwendige Sicherheit zu sorgen. Das Gleiche gilt für Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen. Für eventuell entstehende Schäden kann nicht gehaftet werden.



Weitere Hinweise

- Der Betrieb des Moduls ist nur bei Einhaltung der nationalen EMV Vorschriften erlaubt. Die Einhaltung der Vorschriften liegt in der Verantwortung des Anwenders.
- Das Gerät ist nur für den Einsatz im gewerblichen Bereich vorgesehen.
- Bei Nichtgebrauch ist das Modul vor Witterungseinflüssen, Verschmutzungen und mechanischen Beschädigungen zu schützen.
- Das Modul darf nicht in explosionsgefährdeter Umgebung eingesetzt werden.
- Die Lüftungsschlitze dürfen für eine ausreichende Kühlung nicht verdeckt werden.
- Die Entsorgung hat nach den nationalen gesetzlichen Bestimmungen zu erfolgen.

2 Eigenschaften

Diese Baugruppe dient zur allgemeinen Regelung von proportionalen Strecken. Die Regelstruktur ist als klassische PID-Regelung (plus Vorsteuerung) ausgeführt. Eine kurze Zykluszeit von 1ms bietet auch bei dynamischen Anforderungen an die Regelung eine ausreichende Reserve.

Die analogen Signale können als 4... 20 mA, 20... 4 mA, 0... 10 V oder 10... 0V definiert werden. Über die Bereichsdefinition sind beliebige Spannung / Strombereiche einstellbar.

Das Ausgangssignal steht als aktiver Differenzausgang zum direkten Anschluss von Stellgliedern zur Verfügung (unipolar oder bipolar)

Der Schalteingang S0 (Klemme 6) erlaubt weiterhin eine Umschaltung zwischen zwei Regelparametersätzen.

Zur Inbetriebnahme und zur Fernsteuerung kann eine REMOTE CONTROL Funktion aktiviert werden. In diesem Zustand ist eine Fernbedienung über die serielle Schnittstelle möglich.

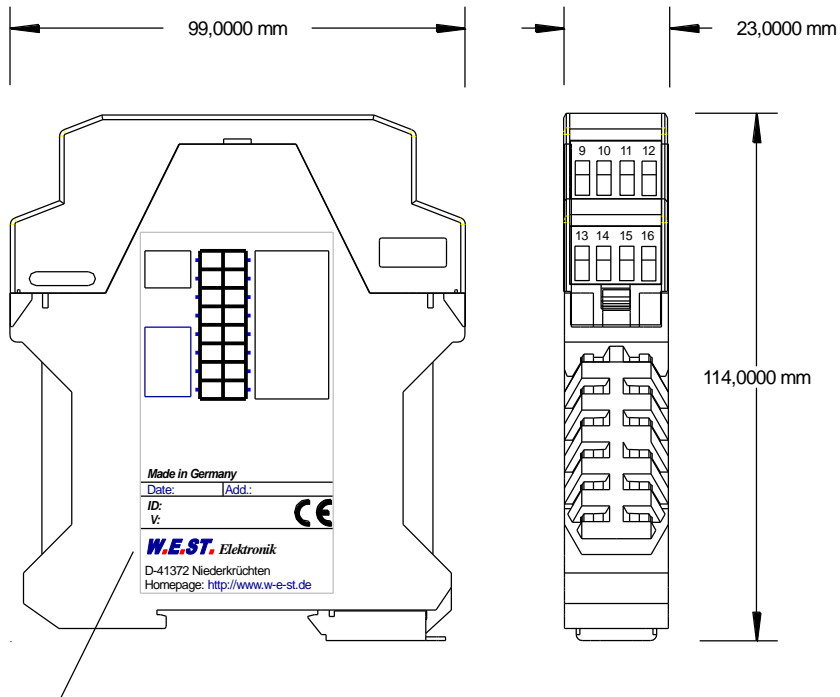
Die Einstellung über die USB Schnittstelle ist einfach und leicht zu handhaben (Dialog im ASCII Format). Das kostenlose Programm WPC-300 mit integriertem Oszilloskop steht im Internet zum Download zur Verfügung.

Typische Anwendungen: dynamische PID Regelungen für Kraft, Druck, Drehzahl und Geschwindigkeit.

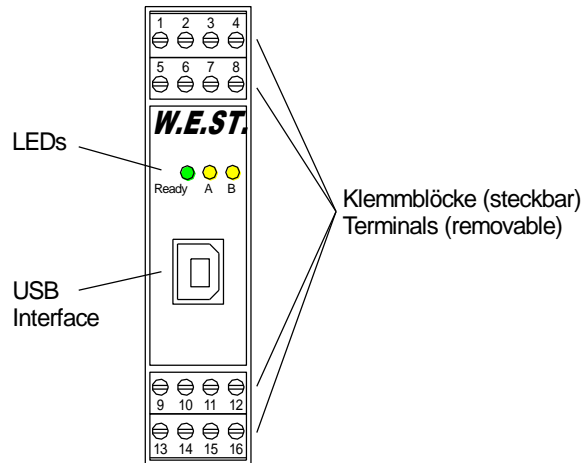
Merkmale

- **Analoge Sollwerte (0.. 10 V oder 4.. 20 mA)**
- **Rampenfunktion für den Sollwert**
- **Universelle Regelstruktur**
- **Istwertabhängige Aktivierung des Integrators über einen programmierbaren Schwellwert (automatische Regelstrukturumschaltung)**
- **Anwendungsorientierte Parametrierung**
- **Ausgangssignal zur universellen Ansteuerung von Stellgliedern**
0... 10 V, $\pm 10V$ oder 4... 20 mA bzw. 4...20mA mit virtuellem Nullpunkt bei 12mA
- **REMOTE CONTROL über die serielle Schnittstelle**
- **Fehler Diagnostik**
- **Einstellung über USB Schnittstelle**

2.1 Gerätebeschreibung



Typenschild und Anschlussbelegung
 Type plate and terminal pin assignment



3 Anwendung und Einsatz

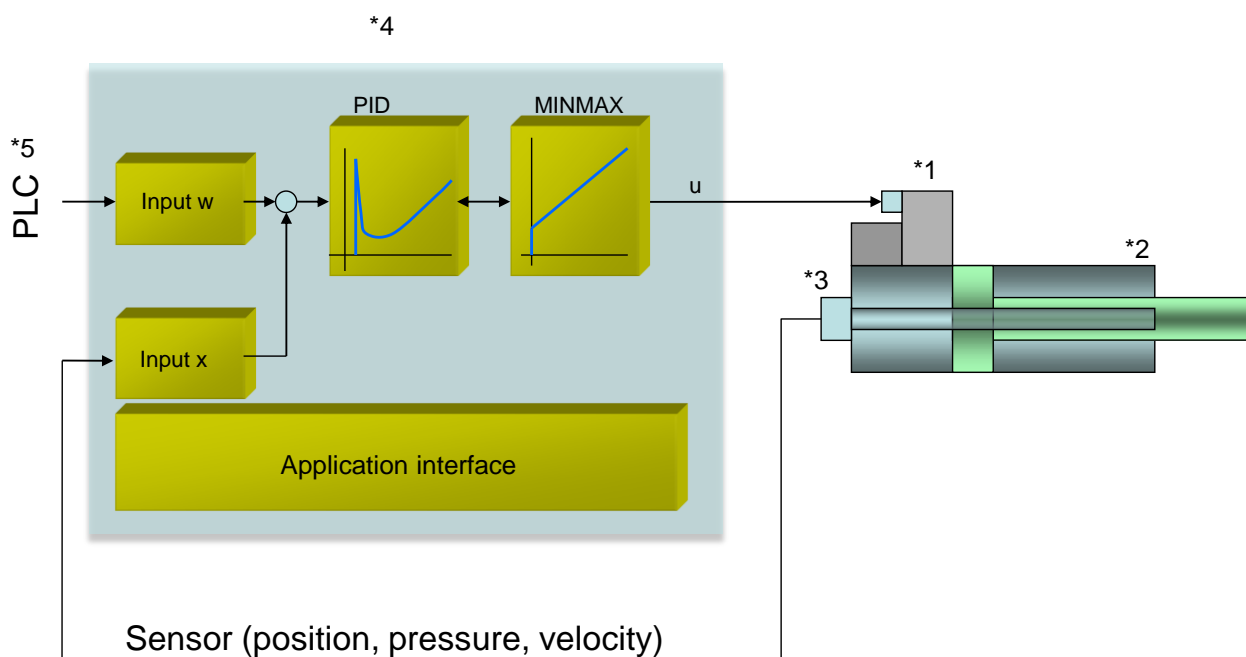
3.1 Einbauvorschrift

- Dieses Modul ist für den Einbau in einem geschirmten EMV-Gehäuse (Schaltschrank) vorgesehen. Alle nach außen führenden Leitungen sind abzuschirmen, wobei eine lückenlose Schirmung vorausgesetzt wird. Beim Einsatz unserer Steuer- und Regelmodule wird vorausgesetzt, dass keine starken elektromagnetischen Störquellen in der Nähe des Moduls installiert werden.
- **Typischer Einbauplatz:** 24 V Steuersignalbereich (nähe SPS)
Durch die Anordnung der Geräte im Schaltschrank ist eine Trennung zwischen dem Leistungsteil und dem Signalteil sicherzustellen.
Die Erfahrung zeigt, dass der Einbauraum nahe der SPS (24 V-Bereich) am besten geeignet ist. Alle digitalen und analogen Ein- und Ausgänge sind im Gerät mit Filter und Überspannungsschutz versehen.
- Das Modul ist entsprechend den Unterlagen und unter EMV-Gesichtspunkten zu montieren und zu verdrahten. Werden andere Verbraucher am selben Netzteil betrieben, so ist eine sternförmige Maschenführung zu empfehlen. Folgende Punkte sind bei der Verdrahtung zu beachten:
 - Die Signalleitungen sind getrennt von leistungsführenden Leitungen zu verlegen.
 - Analoge Signalleitungen **müssen** abgeschirmt werden.
 - Alle anderen Leitungen sind im Fall starker Störquellen (Frequenzumrichter, Leistungsschütze) und Kabellängen > 3 m abzuschirmen. Bei hochfrequenter Einstrahlung können auch preiswerte Klappferrite verwendet werden.
 - Die Abschirmung ist mit PE (PE Klemme) möglichst nahe dem Modul zu verbinden. Die lokalen Anforderungen an die Abschirmung sind in jedem Fall zu berücksichtigen. Die Abschirmung ist an beiden Seiten mit PE zu verbinden. Bei Potentialunterschieden ist ein Potentialausgleich vorzusehen.
 - Bei größeren Leitungslängen (> 10 m) sind die jeweiligen Querschnitte und Abschirmungsmaßnahmen durch Fachpersonal zu bewerten (z. B. auf mögliche Störungen und Störquellen sowie bezüglich des Spannungsabfalls). Bei Leitungslängen über 40 m ist besondere Vorsicht geboten und ggf. Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.
- Eine niederohmige Verbindung zwischen PE und der Tragschiene ist vorzusehen. Transiente Störspannungen werden von dem Modul direkt zur Tragschiene und somit zur lokalen Erdung geleitet.
- Die Spannungsversorgung sollte als geregeltes Netzteil (typisch: PELV System nach IEC364-4-4, sichere Kleinspannung) ausgeführt werden. Der niedrige Innenwiderstand geregelter Netzteile ermöglicht eine bessere Störspannungsableitung, wodurch sich die Signalqualität, insbesondere von hochauflösenden Sensoren, verbessert. Geschaltete Induktivitäten (Relais und Ventilspulen) an der gleichen Spannungsversorgung sind immer mit einem entsprechenden Überspannungsschutz direkt an der Spule zu beschalten.

3.2 Typische Systemstruktur

Dieses minimale System besteht aus folgenden Komponenten:

- (*1) Proportionalventil (oder auch Regelventil)
- (*2) Zylinder / Aktuator
- (*3) Sensor
- (*4) Regelbaugruppe PID-131-U
- (*5) Schnittstelle zur SPS mit analogen und digitalen Signalen



3.3 Funktionsweise

Mit diesem Regelmodul lässt sich in den verschiedensten Anwendungen die Kraft, der Druck, die Drehzahl oder die Geschwindigkeit regeln. Das Ausgangssignal steuert dabei beliebige Ventile (mit integrierter Elektronik oder externem Leistungsverstärker sowie mit Steckerverstärkern) an.

Infolge der hohen Stabilität dieses PID-Reglers ist der Einsatz besonders dort zu empfehlen, wo mit gesteuerten Anwendungen eine nicht ausreichende Reproduzierbarkeit gegeben ist.

Druckregelungen an Konstantpumpen oder fernverstellbaren Regelpumpen sowie Kraft- / Drehmomentregelungen an Zylindern und Motoren sind die typischen Einsatzfälle.

ENABLE: Dieses digitale Eingangssignal initialisiert die Anwendung und Fehlermeldungen werden gelöscht. Das **READY** Signal wird aktiviert. Das Ausgangssignal zum Ventil wird freigegeben.

Bei deaktiviertem Enable-Eingang ist der Ausgang abgeschaltet. **Achtung: EOUT-Kommando beachten.**

Mit dem **START** Eingang wird der PID-Regler aktiviert. Soll- und Istwert Eingänge werden ausgewertet. Der **SO** Eingang erlaubt die Umschaltung zwischen zwei Parametersätzen für den Regler während über **PIN5**, abhängig von der Parametrierung, die Rampen- oder Integratorfunktion an- bzw. abgeschaltet werden kann.

3.4 Inbetriebnahme

Schritt	Tätigkeit
Installation	Installieren Sie das Gerät entsprechend dem Blockschaltbild. Achten Sie dabei auf die korrekte Verdrahtung und eine gute Abschirmung der Signale. Das Gerät muss in einem geschützten Gehäuse (Schaltschrank oder Ähnliches) installiert werden.
Erstes Einschalten	Sorgen Sie dafür, dass es am Antrieb zu keinen ungewollten Bewegungen kommen kann (z. B. Abschalten der Hydraulik). Schließen Sie ein Strommessgerät an und überprüfen Sie die Stromaufnahme des Gerätes. Ist sie höher als angegeben, so liegen Verdrahtungsfehler vor. Schalten Sie das Gerät unmittelbar ab und überprüfen Sie die Verdrahtung.
Aufbau der Kommunikation	Ist die Stromaufnahme korrekt, so sollte der PC (das Notebook) über die serielle Schnittstelle angeschlossen werden. Den Aufbau der Kommunikation entnehmen Sie den Unterlagen des WPC-300 Programms. Die weitere Inbetriebnahme und Diagnose werden durch diese Bediensoftware unterstützt.
Vorparametrierung	Parametrieren Sie jetzt (anhand der Systemauslegung und der Schaltpläne) folgende Parameter: Die SENSOREINSTELLUNG und das AUSGANGSSIGNAL. Diese Vorparametrierung ist notwendig, um das Risiko einer unkontrollierten Bewegung zu minimieren. Parametrieren Sie die für das Stellglied spezifischen Einstellungen (MIN für die Überdeckungskompensation und MAX für die maximale Auslenkung).
Stellsignal	Kontrollieren Sie das Stellsignal mit einem Spannungsmessgerät. Das Stellsignal (PIN 15 nach PIN16) liegt im Bereich von ± 10 V. Im jetzigen Zustand sollte es 0 V anzeigen. Respektive bei Stromsignalen (PIN 15 nach PIN 11) von 4... 20mA sollten ca. 0 mA fließen.
Hydraulik einschalten	Jetzt kann die Hydraulik eingeschaltet werden. Das Modul generiert noch kein Signal. Antriebe sollten stehen oder leicht driften (mit langsamer Geschwindigkeit die Position verlassen).
ENABLE aktivieren	Das Modul wird in Betriebsbereitschaft versetzt. Die Betriebsbereitschaft wird, sofern kein Fehler vorliegt, über den aktivierten READY-Ausgang sowie die grüne READY-LED zurück gemeldet. Über den Vorsteuerwert kann der Antrieb bewegt werden.
START (RUN) aktivieren	ACHTUNG! Antriebe können jetzt ihre Position verlassen und mit voller Geschwindigkeit in eine Endlage fahren. Ergreifen Sie Sicherheitsmaßnahmen, um Personen- und Sachschäden zu verhindern. Die Regelung kann jetzt über die analogen Eingänge betrieben werden.
Einstellung optimieren	Optimieren Sie jetzt die Einstellungen wie Rampenzeiten, die Regelparameter sowie MIN und MAX entsprechend Ihrer Anwendung bzw. Ihren Anforderungen.

4 Technische Beschreibung

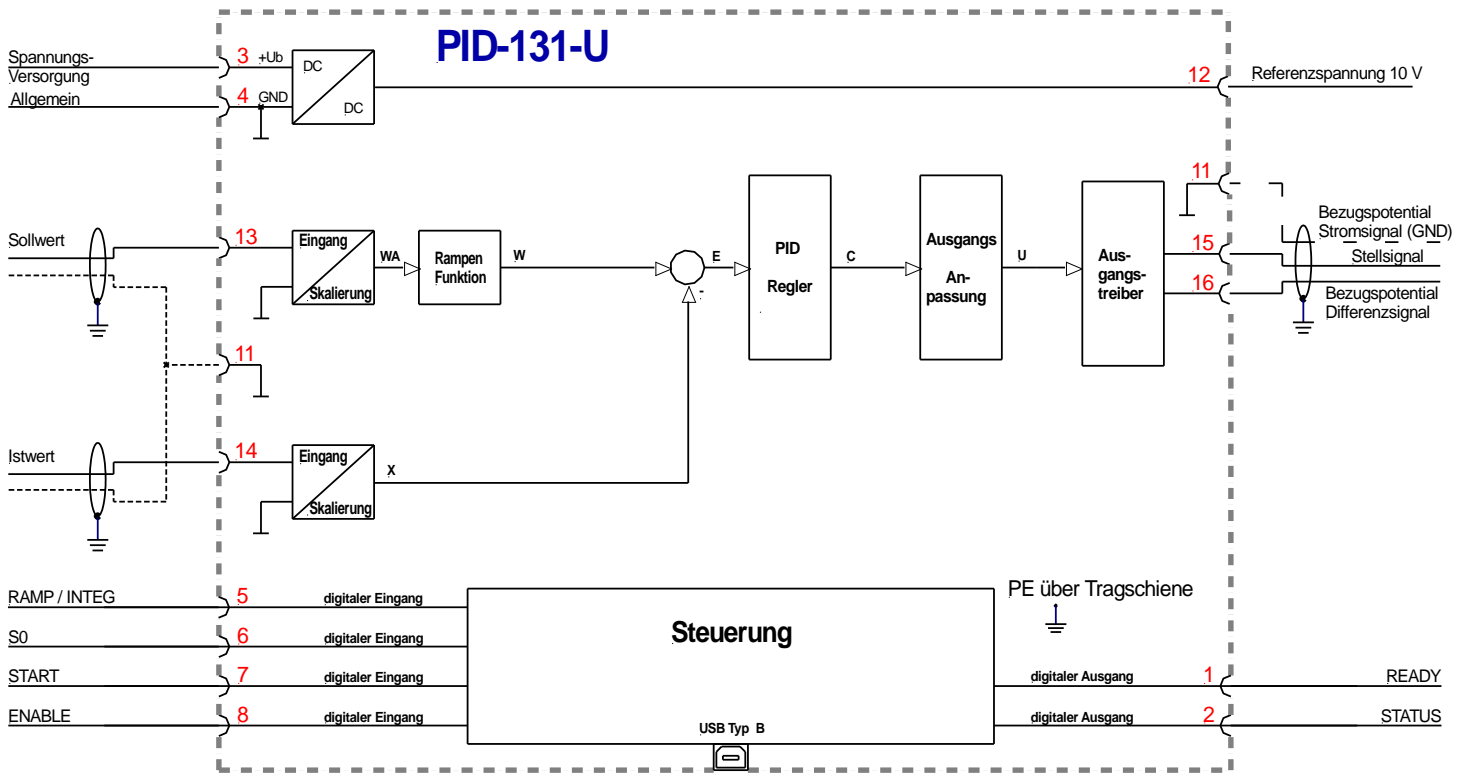
4.1 Eingangs- und Ausgangssignale

Anschluss	Versorgung
PIN 3	Spannungsversorgung (siehe technische Daten)
PIN 4	0 V (GND) Anschluss.
Anschluss	Analoge Signale
PIN 11	Masse / Bezugspotential für die Analogsignale
PIN 12	10 V Referenzspannungsausgang
PIN 13	Sollwert (W), Signalbereich 0... 10V oder 4... 20 mA, skalierbar
PIN 14	Istwert (X), Signalbereich 0... 10V oder 4... 20 mA, skalierbar
PIN 15 / 16	Stellgröße. Für Stromsignal Ausgang PIN 15 gegen 12 nutzen, PIN16 ist nur für bipolares Spannungssignal vorgesehen. Signalart und Polarität sind wählbar mit dem Parameter SIGNAL:U.
Anschluss	Digitale Ein- und Ausgänge
PIN 8	Enable Eingang: Freigabesignal für die Anwendung.
PIN 7	START (RUN) Eingang: Aktiviert den Regler und gibt das Ausgangssignal frei.
PIN 6	S0 Eingang: Umschaltung Parametersatz. S0 = OFF : Parametersatz 1 ist aktiv S0 = ON : Parametersatz 2 ist aktiv
PIN 5	RAMP/INTEG Eingang: Die Rampen- oder die Integrierfunktion wird aktiviert. Funktion wird gewählt mit Parameter PIN:5 .
PIN 1	READY Ausgang: ON: Modul ist freigegeben, es liegt kein erkennbarer Fehler vor. OFF: Enable (PIN 8) ist deaktiviert oder ein Fehler (Sensor-/Sollwertfehler oder interner Fehler) wurde erkannt.
PIN 2	STATUS Ausgang: Anzeige des Regelfehlers. Abhängig vom CDWIN Parameter wird der Statusausgang deaktiviert, wenn die Regelabweichung größer als das eingestellte Fenster ist. ON: Regelfehler innerhalb des eingestellten Bereichs. OFF: Regelfehler außerhalb des eingestellten Bereichs.

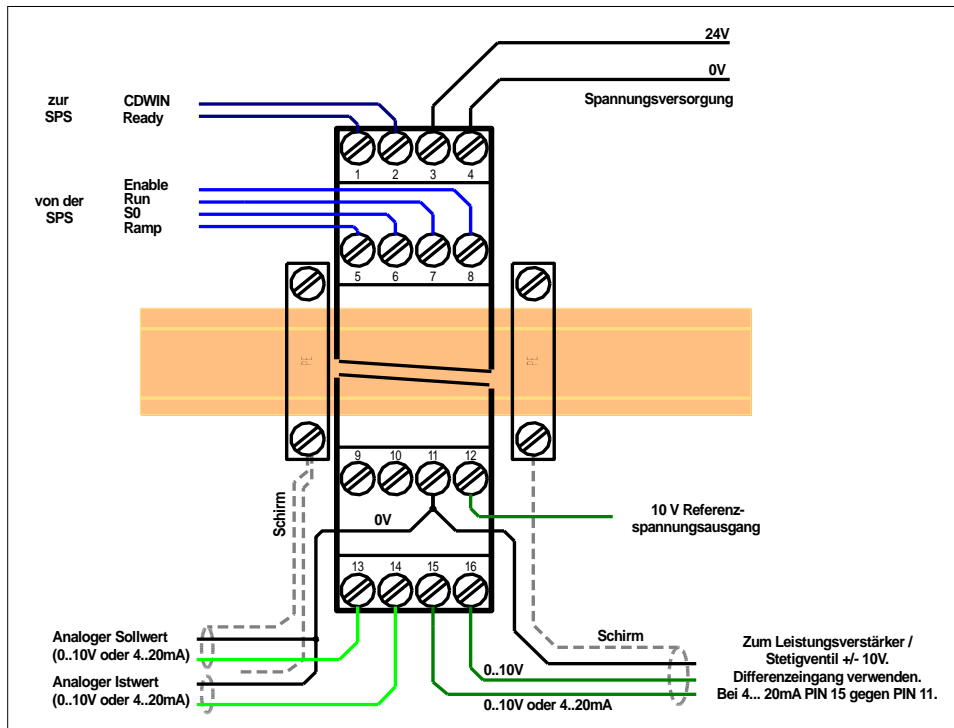
4.2 LED Definitionen

LEDs	Beschreibung der LED-Funktion
GRÜN	<p>Identisch mit dem READY Ausgang.</p> <p>AUS: Keine Stromversorgung oder ENABLE ist nicht aktiviert</p> <p>AN: System ist betriebsbereit</p> <p>Blinkend: Fehler erkannt. (Abhängig vom SENS-Kommando)</p>
GELB A	<p>Identisch mit dem STATUS Ausgang.</p> <p>AUS: Regelfehler außerhalb des eingestellten Bereichs.</p> <p>AN: Regelfehler innerhalb des eingestellten Bereichs.</p>
GRÜN + GELB A+B	<ol style="list-style-type: none"> Lauflicht (über alle LEDs): Der Bootloader ist aktiv! Keine normalen Funktionen sind möglich. Alle 6 s blinken alle LEDs dreimal kurz auf: Ein interner Datenfehler wurde entdeckt und automatisch behoben! Das Modul funktioniert weiterhin ordnungsgemäß. Um die Fehlermeldung zu quittieren, muss die Stromversorgung zum Modul einmal kurz abgeschaltet werden.
GELB A + GELB B	<p>Die beiden gelben LEDs blinken abwechselnd im 1 s Takt: Die nichtflüchtig gespeicherten Parameterdaten sind inkonsistent! Um diesen Fehler zu quittieren, müssen die Daten mittels des SAVE Befehls / Buttons im WPC gesichert werden.</p>

4.3 Blockschaltbild

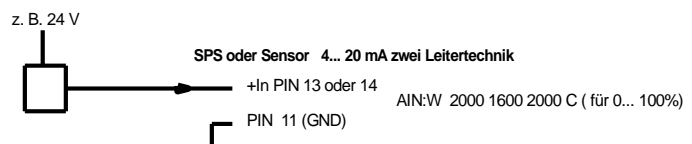
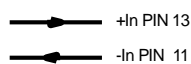


4.4 Typische Verdrahtung

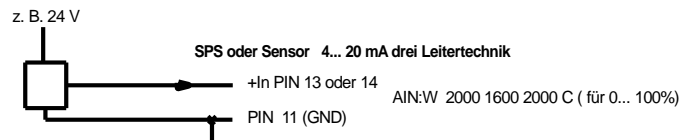
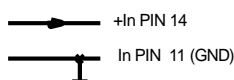


4.5 Anschlussbeispiele

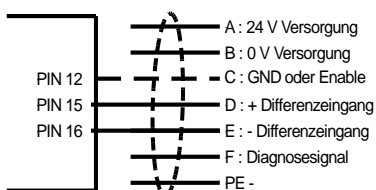
SPS / PLC 0... 10 V Sollwertsignal



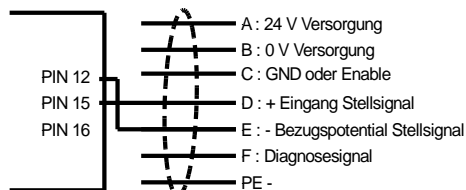
SPS / PLC 0... 10 V Sensorsignal



Ventile (6 + PE Stecker) mit integrierter Elektronik,
Spannungssignal 0-10 V oder +/- 10 V



Ventile (6 + PE Stecker) mit integrierter Elektronik
Stromsignal 4-20 mA oder 4-12-20 mA



4.6 Technische Daten

Versorgungsspannung (U _b) Leistungsaufnahme Externe Absicherung	[VDC] [W] [A]	12... 30 (inkl. Ripple) max. 1,2 1 mittel träge
Digitale Eingänge OFF ON Eingangswiderstand	[V] [V] [kOhm]	< 2 > 10 25
Digitale Ausgänge OFF ON Maximaler Ausgangsstrom	[V] [V] [mA]	< 2 max. U _b 50
Analoge Eingänge Spannung Eingangswiderstand Signalauflösung Strom Bürde Signalauflösung	[V] [kOhm] [%] [mA] [Ohm] [%]	Unipolar / differenziell 0... 10 / -10... 10 min. 25 0,003 incl. Oversampling 4... 20 240 0,006 incl. Oversampling
Analoge Ausgänge Spannung Maximale Last Strom Maximale Last Signalauflösung	[V] [mA] [mA] [Ohm] [%]	0... 10, +/- 10 differenziell 10 4... 20 390 0,007
Regler Abtastzeiten Signalverarbeitung	[ms]	1
Serielle Schnittstelle Übertragungsrate	- [kBaud]	USB - virtueller COM Port 9,6... 115,2
Gehäuse Material Brennbarkeitsklasse	- - -	Snap-On Modul nach EN 50022 Polyamid PA 6.6 V0 (UL94)
Gewicht	[kg]	0,15
Schutzklasse Temperaturbereich Lagertemperatur Luftfeuchtigkeit	[IP] [°C] [°C] [%]	20 -20... 60 -20... 70 < 95 (nicht kondensierend)
Anschlüsse Kommunikation Steckverbinder PE	-	USB Typ B 4 pol. Schraubanschlüsse mit Zughülse über die DIN Tragschiene
EMV	-	EN 61000-6-2: 8/2005 EN 61000-6-4: 6/2007 + A1:2011

5 Parameter

5.1 Parameterübersicht

Gruppe	Kommando	Werkseinstellung	Einheit	Beschreibung
Basisparameter				
	LG	EN	-	Sprachumschaltung
	MODE	STD	-	Umfang der Parameteransicht
	SENS	ON	-	Fehlerüberwachung
	PIN:5	RAMP	-	Funktion PIN 5
	CDWIN	200	0,01%	Größe des Regelabweichungsfensters
	EOUT	0	0,01%	Ausgangssignal bei fehlender Bereitschaft.
Eingangssignalanpassung				
<i>Sensorskalierung</i>				
	SIGNAL:X	U0-10	V	Typ des Eingangssignals
	N_RANGE:X	100	%	Sensorspanne im Verhältnis zum Arbeitsbereich
	OFFSET:X	0	0,01%	Sensor Offset
<i>Sollwertskalierung</i>				
	SIGNAL:W	U0-10	-	Typ des Eingangssignals
Rampen und PID Regelparameter				
	INTEG	FAST	-	Integrator Geschwindigkeitsstufe
Parametersatz 1				
	RA1:UP	100	ms	Zeiten der Sollwertrampe
	RA1:DOWN	100	ms	
	C1:P	50	0,01	P Verstärkung
	C1:I	4000	0,1 ms	I Anteil, Nachstellzeit
	C1:D	0	0,1 ms	D Anteil, Vorhaltezeit
	C1:D_T1	500	0,1 ms	D Anteil Filter
	C1:FF	0	0,01%	Vorsteuerung
	C1:I_LIM	2500	0,01%	Integrator Begrenzung
	C1:I_ACT	2500	0,01%	Integrator Aktivierungsschwelle
	C1:PT1_P	0	0,01%	PT1 Verstärkung
	C1:PT1_T1	50	0,1 ms	PT1 Zeitkonstante
Parametersatz 2				
	RA2:UP	100	ms	Zeiten der Sollwertrampe
	RA2:DOWN	100	ms	
	C2:P	50	0,01	P Verstärkung
	C2:I	4000	0,1 ms	I Anteil, Nachstellzeit
	C2:D	0	0,1 ms	D Anteil, Vorhaltezeit
	C2:D_T1	500	0,1 ms	D Anteil Filter
	C2:FF	0	0,01%	Vorsteuerung
	C2:I_LIM	2500	0,01%	Integrator Begrenzung
	C2:I_ACT	2500	0,01%	Integrator Aktivierungsschwelle
	C2:PT1_P	0	0,01%	PT1 Verstärkung
	C2:PT1_T1	50	0,1 ms	PT1 Zeitkonstante

Gruppe	Kommando	Werkseinstellung	Einheit	Beschreibung
Ausgangssignalanpassung				
	MIN:A	0	0,01 %	Überdeckungskompensation
	MIN:B	0	0,01 %	
	MAX:A	10000	0,01 %	Ausgangsskalierung
	MAX:B	10000	0,01 %	
	TRIGGER	200	0,01 %	Ansprechschwelle der Überdeckungskompensation
	SIGNAL:U	U+-10	-	Typ und Polarität des Ausgangssignals
Sonderkommandos				
<i>Abtastrate</i>				
	TS	10	0,1 ms	Abtastzeit des Regelkreises
<i>Skalierungsmodus</i>				
	AINMODE	EASY	-	Modus der Eingangsskalierung
	AIN:X	A: 1000	-	Freie Skalierung des analogen Sollwerteingangs. Wird aktiviert wenn AINMODE auf MATH parametrier wird.
	AIN:W	B: 1000	-	
		C: 0	0,01 %	
		X: V	-	

5.2 Basisparameter

5.2.1 LG (Sprachumschaltung)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe	
LG	x	x= DE EN	-	STD

Es kann für die Hilfstexte die englische oder deutsche Sprache gewählt werden.



ACHTUNG: Nach Änderung der Spracheinstellung muss der BUTTON [ID] in der Menüleiste (WPC-300) gedrückt werden (Identifikation des Moduls).

5.2.2 MODE (Parameteransicht)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe	
MODE	x	x= STD EXP	-	STD

Über dieses Kommando wird der Bedienermodus umgeschaltet. Im „Standard“ Modus (STD) sind verschiedene Kommandos ausgeblendet. Die Kommandos im „Expert“ Modus (EXP) haben einen erweiterten Einfluss auf das Systemverhalten und setzen entsprechende Kenntnisse voraus. Sie sollten entsprechend vorsichtig verändert werden.

5.2.3 SENS (Fehlerüberwachung)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe	
SENS	x	x= ON OFF AUTO	-	STD

Über dieses Kommando werden Überwachungsfunktionen (4... 20 mA Eingang und interne Modulüberwachungen) aktiviert bzw. deaktiviert.

ON: Alle Funktionen werden überwacht. Die erkannten Fehler können durch Deaktivieren des ENABLE Eingangs gelöscht werden.

OFF: Keine Überwachungsfunktion ist aktiv.

AUTO: AUTO RESET Modus, alle Funktionen werden überwacht. Nachdem der Fehlerzustand nicht mehr anliegt, geht das Modul automatisch in den normalen Betriebszustand über.



Normalerweise ist die Überwachungsfunktion immer aktiv, da sonst keine Fehler über den Ausgang READY signalisiert werden. Zur Fehlersuche kann sie aber deaktiviert werden.

5.2.4 PIN:5 (Funktion von PIN 5)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
PIN:5 x	x= RAMP INTEG	-	STD

Über dieses Kommando kann die Funktion des Eingangs an PIN 5 vorgegeben werden.

RAMP: Die Rampenfunktion kann mit PIN 5 aktiviert werden.

INTEG: Die Integratorfunktion kann mit PIN 5 aktiviert werden (Rampe immer aktiv).

5.2.5 CDWIN (Größe des Regelabweichungsfensters)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
CDWIN x	x= 0... 2000	0,01%	STD

Dieser Parameter wird in 0,01% vom Sollwert eingegeben.

Das CDWIN Kommando definiert einen Überwachungsbereich, für den die CDWIN Meldung generiert wird. Das Überwachungsfenster überwacht die Regelabweichung zwischen Soll- und Istwert. Befindet sich die Regelabweichung innerhalb des CDWIN-Fensters, so wird dies über den Status-Ausgang bzw. die CDWIN-LED signalisiert. Der Regelvorgang wird von dieser Meldung nicht beeinflusst, die Regelung bleibt aktiv.

5.2.6 EOUT (Ausgangssignal bei fehlender Bereitschaft)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
EOUT x	x= -10000... 10000	0,01 %	EXP

Ausgangswert bei fehlender Bereitschaft (READY Ausgang ist deaktiviert). Hier kann ein Wert (Öffnungsgrad des Ventils) für den Fall eines Fehlers oder bei deaktiviertem ENABLE Eingang definiert werden. Diese Funktion kann verwendet werden, wenn z. B. bei einem Eingangssignalfehler der Antrieb (mit vorgegebener Geschwindigkeit) in eine der beiden Endlagen fahren soll.

|EOUT| = 0 Ausgang wird im Fehlerfall abgeschaltet. Dies ist das normale Verhalten.



ACHTUNG! Handelt es sich bei dem Ausgangssignal um einen 4... 20 mA Ausgang, so wird bei **|EOUT| = 0** der Ausgang abgeschaltet. Soll ein Stellsignal von 12 mA im Fehlerfall ausgegeben werden, so ist EOUT auf 1 einzustellen¹.

Der hier definierte Ausgangswert wird permanent (unabhängig vom Parametersatz) gespeichert. Die Auswirkungen sind für jede Anwendung in Bezug auf die Sicherheit vom Anwender zu bewerten.

¹ Dies ist notwendig, wenn das Proportionalventil keine Fehlererkennung - das Eingangssignal ist kleiner als 4 mA - implementiert hat. Ist eine Fehlererkennung im Proportionalventil vorhanden, so geht es nach dem Abschalten des Ausgangs in eine definierte Position.

5.3 Eingangssignalanpassung

5.3.1 SIGNAL (Typ des Eingangssignals)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
SIGNAL:i x	i= W X x= OFF U0-10 I4-20 U10-0 I20-4	V mA	EASY

Über dieses Kommando wird der Typ des Eingangssignals (Strom oder Spannung) definiert. Gleichzeitig kann die Signalrichtung umgekehrt werden. Dieses Kommando steht für die Eingänge W (Sollwert) und X (Istwert) zur Verfügung. Im Modus OFF ist der analoge Eingang deaktiviert.

5.3.2 N_RANGE:X (Sensorspanne im Verhältnis zum Arbeitsbereich)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
N_RANGE:X x	x= 1... 10000	%	EASY

Über dieses Kommando wird der Messbereich des Sensors definiert. Die Angabe ist eine prozentuale Angabe in Bezug auf den Arbeitsbereich des Systems. Da es sich hier um einen allgemeinen PID Regler handelt, ist der Arbeitsbereich des Systems fest als 100% definiert. Fehlerhafte Vorgaben führen zu einer fehlerhaften Systemeinstellung und die abhängigen Parameter können nicht korrekt berechnet werden.

Normalerweise sollte N_RANGE nicht kleiner als 100% sein

5.3.3 OFFSET:X (Sensoroffset)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
OFFSET:X x	x= -10000...10000	0,01%	EASY

Über dieses Kommando wird der Nullpunkt des Sensors eingestellt. Die Angabe ist eine prozentuale Angabe in Bezug auf den Arbeitsbereich des Systems. Da es sich hier um einen allgemeinen PID Regler handelt ist der Arbeitsbereich des Systems fest als 100% definiert

5.3.4 Verwendung der Kommandos SIGNAL:X, N_RANGE:X und OFFSET:X

Über diese Kommandos wird der Sensor für die Anwendung skaliert.

- Der Sensor deckt einen Arbeitsbereich von 150 % des Systembereichs ab. Der Systembereich ist immer 100 %. Und es ist ein Offset von 10% vorhanden.

Um diesen Sensor korrekt zu skalieren müssen folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- SIGNAL:X 4-20MA
- N_RANGE:X 171% (denn 600bar sind 171% von 350bar)
- OFFSET:X -1000 (entspricht 10 %)

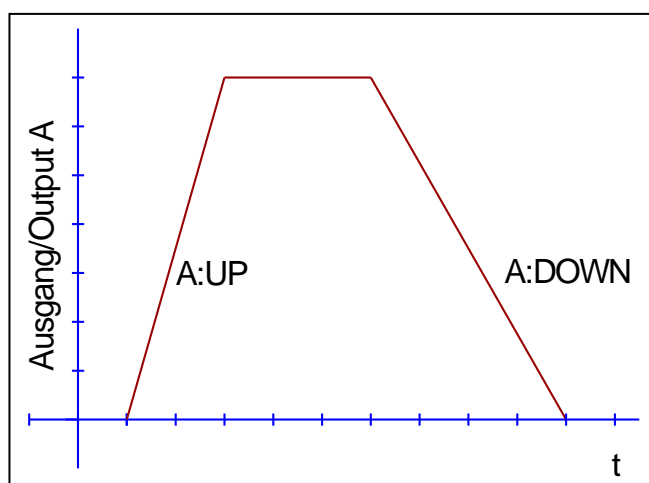
5.4 Rampen und PID Regelparameter

5.4.1 RA (Zeiten der Sollwertrampe)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
RAp:i x	p= 1 2 (Parametersatz) i= UP DOWN x= 1... 600000	ms	STD

Zwei Quadranten Rampenfunktion.

Die Rampenzeit wird getrennt für die steigende (UP) und fallende Rampe (DOWN) eingestellt.



5.4.2 INTEG (Integrator Geschwindigkeitsstufe)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
INTEG x	x= FAST SLOW	-	EXP

Je nach Dynamik des Regelkreises muss die Nachstellzeit des Integrators unterschiedlich eingestellt werden. Um den Verstellbereich in Richtung „langsam“, entsprechend hoher Zeitkonstanten, zu erweitern, kann dieser Parameter genutzt werden.

In der Standardeinstellung „FAST“ werden die Zeitwerte, die man bei C1:I bzw. C2:I eingibt, entsprechend der dort im Kommentartext angegebenen Einheit skaliert. Somit ist bei Eingabe des Maximalwertes von 30000 eine Nachstellzeit von $30000 \times 0,1 \text{ ms} = 3000 \text{ ms} = 3 \text{ s}$ realisierbar.

Möchte man größere Zeiten vorgeben, ist INTEG auf „SLOW“ zu stellen, wodurch die Einstellung verzehnfacht wird. Somit ist auf diese Weise ein Bereich von 0 - 30 s möglich.

5.4.3 C (PID Regelparameter)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
Cp:i x	p= 1 2 (Parametersatz) i= P I D D_T1 FF I_LIM I_ACT PT1_P PT1_T1		STD
	:P x= 0... 10000	0,01 %	
	:I x= 0... 30000	0,1 ms	
	:D x= 0... 1200	0,1 ms	
	:D_T1 x= 0... 1000	0,1 ms	
	:FF x= 0... 10000	0,01 %	
	:I_LIM x= 0... 10000	0,01 %	
	:I_ACT x= 0... 10000	0,01 %	
	:PT1_P x= 0... 10000	0,01 %	
	:PT1_T1 x= 5... 1000	0,1 ms	

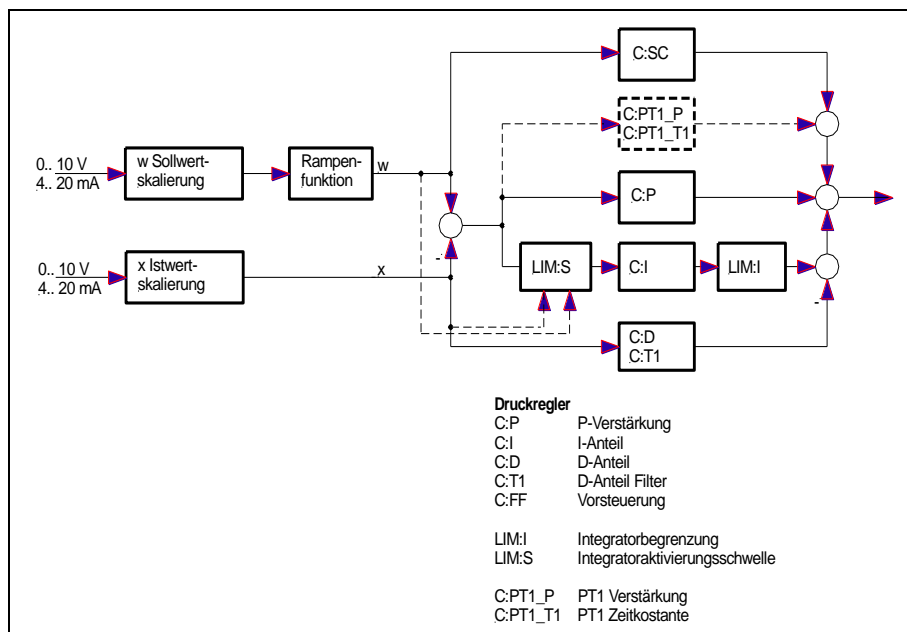
Die P, I und D Anteile verhalten sich genauso wie bei einem Standard PID-Regler. Der D_T1 Faktor ist ein Filter für den D-Anteil, um Hochfrequenzrauschen zu unterdrücken.

Über den FF Wert wird der Sollwert direkt auf den Ausgang geführt. Der Regler muss so nur die Abweichung ausregeln. Dies führt zu einem stabilen Regelverhalten und gleichzeitig zu einer dynamischen Ansteuerung.

I_ACT steuert die Funktion des Integrators. Der Integrator wird erst aktiviert, wenn der Istwert die prozentuale Schwelle des Sollwertes erreicht hat. Dies verhindert ein ungewolltes Aufintegrieren und somit Drucküberschwinger. Wird für den Integrator (Parameter I) ein Wert von 0 eingegeben, so ist der Integrator deaktiviert.

I_LIM begrenzt den Arbeitsbereich des I-Anteils, so dass der Regler schneller ohne größere Überschinger den Prozess einregeln kann. Ist der Wert zu klein gewählt, kann es zu dem Effekt kommen, dass die Nichtlinearität des Ventils nicht mehr zu 100% ausgeglichen werden kann.

Über die Kommandos PT1_P und PT1_T1 wird ein zusätzlicher PT1 Regleranteil parallel zum C:P Glied parametrisiert. Der über ein Zeitglied gedämpfte P-Anteil kann oft mit höheren Verstärkungen betrieben werden als der direkte P-Anteil. Die Stabilität wird durch den T1 Wert verbessert.



5.5 Ausgangssignalanpassung

5.5.1 MIN (Überdeckungskompensation)

5.5.2 MAX (Ausgangssignalskalierung)

5.5.3 TRIGGER (Ansprechschwelle der Überdeckungskompensation)

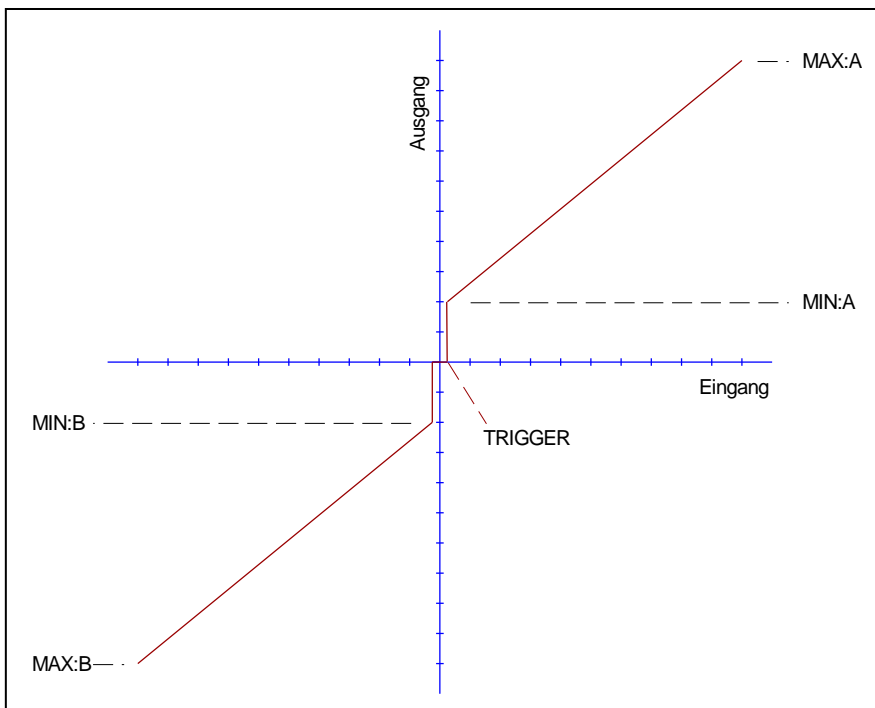
Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
	i= A B	-	STD
MIN:i	x	x= 0... 6000	0,01 %
MAX:i	x	x= 3000... 10000	0,01 %
TRIGGER	x	x= 0... 4000	0,01 %

Über diese Kommandos wird das Ausgangssignal an das Ventil angepasst. Mit dem MAX Wert wird das Ausgangssignal (die maximale Ventilansteuerung) reduziert. Mit dem MIN Wert wird die Überdeckung (Totzone im Ventil) kompensiert. Über den Trigger wird festgelegt, wann die MIN Einstellung aktiv ist. Es kann so ein Unempfindlichkeitsbereich um den Nullpunkt definiert werden.



ACHTUNG:

Wird der MIN Wert zu hoch eingestellt, wirkt sich dies auf das minimale Ansteuerungssignal aus, das dann nicht mehr einstellbar ist.



5.5.4 SIGNAL:U (Typ und Polarität des Ausgangssignals)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
SIGNAL:U x	x= U+-10 I4-12-20 U-+10 I20-12-4 U0-10 I4-20 U10-0 I20-4	V mA	STD

Über dieses Kommando wird der Typ des Ausgangssignals (Strom / Spannung und die Polarität²) definiert.

Außerdem kann zwischen differenziellen und unipolaren Ausgangsarten gewählt werden.

Bei differenziellen Ausgängen kann die Ausgangsspannung zwischen den Klemmen 15 und 16 abgegriffen werden, bei unipolaren liegt die Ausgangsspannung oder der Ausgangsstrom zwischen den Klemmen 15 und 11.

- Differenzielle Spannung
 - +-10V
 - -+10V
- Unipolare Spannung
 - 0-10V
 - 10-0V
- Unipolarer Strom mit virtuellem Nullpunkt bei 12mA
 - 4-12-20mA
 - 20-12-4mA
- Unipolarer Strom mit virtuellem Nullpunkt bei 4mA
 - 4-20mA
 - 20-4mA



STROMAUSGANG: Ein Ausgangsstrom von $\ll 4$ mA signalisiert, dass ein Fehler vorliegt bzw. das Modul keine Freigabe hat. Es ist darauf zu achten, dass das Ventil bei < 4 mA abschaltet (falls dies nicht der Fall ist, sollte das EOUT Kommando verwendet werden, um ein definiertes Ausgangssignal zu generieren).

² Das bisherige POL Kommando entfällt, da das SIGNAL Kommando universeller für alle Module einsetzbar ist.

5.6 Sonderkommandos

5.6.1 TS (Abtastrate)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
TS x	x= 5... 30	0,1 ms	TERMINAL

Mit der „Sample-Time“ kann die Regeldynamik beeinflusst werden. Der Standardwert beträgt 1 ms. Änderungen sollten nur bei ausreichender Kenntnis über das dynamische Systemverhalten durchgeführt werden.



ACHTUNG! Nach Änderung dieses Wertes sind alle zeitabhängigen Parameter zu prüfen und gegebenenfalls neu einzustellen.

5.6.2 AINMODE (Modus der Eingangsskalierung)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
AINMODE x	x= EASY MATH	-	TERMINAL

Dieses Kommando erlaubt es, die Eingangsskalierung der analogen Signaleingänge zwischen einer einfachen Auswahl aus einigen Standardsignalen (SIGNAL) und der freien mathematischen Eingangsskalierung (AIN) für abweichende Signalbereiche umzuschalten. Für den Sensoreingang stehen im Easymodus weitere Parameter zur Verfügung, die eine automatische Skalierung des Signals auf den gewählten Arbeitsbereich ermöglichen.

Dieses Kommando wird nicht in der Parameterliste angezeigt, es muss händisch über das Terminal eingegeben werden.



ACHTUNG! Wird der MATH Modus aktiviert, so ist eine flexible Eingangsskalierung möglich. Wird danach der EASY Modus wieder aktiviert, so kann die geänderte Eingangsskalierung nicht korrekt angezeigt werden. Bei Problemen sollte das Modul auf DEFAULT Daten zurückgesetzt werden.

5.6.3 AIN (Freie Skalierung der analogen Eingänge)

Kommando	Parameter	Einheit	Gruppe
AIN:W			MATH
a	a= -10000... 10000	-	
b	b= -10000... 10000	-	
c	c= -10000... 10000	0,01 %	
x	x= V C	-	

Über dieses Kommando kann der analoge Eingang individuell skaliert werden. Zur Skalierung wird die lineare Gleichung verwendet.

$$Output = \frac{a}{b} (Input - c)$$

Der „C“ Wert ist der Offset (z. B. um die 4 mA bei einem 4... 20 mA Eingangssignal zu kompensieren). Dieser Wert wird in Prozent angegeben. Die Variablen **A** und **B** definieren den Verstärkungsfaktor, mit dem der Signalebereich auf 100 % skaliert wird (z. B. 1,25 bei 4... 20 mA Eingangssignal, per Werkseinstellung parametrisiert durch A=1250 und B=1000). Diese beiden Werte sind einheitenlos. Mit **X** wird von Spannungs- auf Stromsignal umgeschaltet und der interne Messwiderstand aktiviert.

Der Verstärkungsfaktor errechnet sich, indem man den nutzbaren Bereich (**A**) ins Verhältnis zum real genutzten Bereich (**B**) setzt. Nutzbar sind 0... 20 mA, was für (**A**) einen Wert von **20** ergibt. Genutzt werden 4... 20 mA, was für (**B**) einen Wert von **16** (20-4) ergibt. Nicht genutzt werden 0... 4 mA, was beim Bereich von 20 mA einem Offset von 20 % und somit einem Wert von **2000** für (**C**) entspricht. Zuletzt (**X**) umschalten auf **C**.

Das Kommando sähe also wie folgt aus: AIN:I 20 16 2000 C bzw. AIN:I 1250 1000 2000 C.

Typische Einstellungen:

Kommando	Eingang	Beschreibung
AIN:X 1000 1000 0 V	0... 10 V	Bereich: 0... 100 %
AIN:X 10 8 1000 V ODER AIN:X 1000 800 1000 V	1... 9 V	Bereich: 0... 100 %; 1 V = 1000 entspricht dem Offset und die Verstärkung ist: 10 / 8 (9 V - 1 V)
AIN:X 10 4 500 V ODER AIN:X 1000 400 500 V	0,5... 4,5 V	Bereich: 0... 100 %; 0,5 V = 500 entspricht dem Offset und die Verstärkung ist: 10 / 4 (4,5 V - 0,5 V)
AIN:X 20 16 2000 C ODER AIN:X 2000 1600 2000 C ODER AIN:X 1250 1000 2000 C	4... 20 mA	Stromeingang. <i>Verfügbares Signal:</i> 0... 20 mA. Arbeitsbereich von 0... 100 % (ein Magnet). Tatsächlich nutzbar sind nur 4... 20 mA (16 mA). Offset von 4mA sind 20% von 20mA, entspricht 2000 für den Offset.

5.7 PROZESSDATEN (Monitoring)

Kommando	Parameter	Einheit
WA	Sollwert Eingangssignal	%
W	Sollwert	%
X	Istwert	%
E	Regelfehler	%
C	Ausgangssignal Regler	%
U	Stellsignal	%

Die Prozessdaten sind die variablen Größen, die im Monitor oder im Oszilloskop kontinuierlich beobachtet werden können.

6 Anhang

6.1 Überwachte Fehlerquellen

Folgende mögliche Fehlerquellen werden bei SENS = ON/AUTO fortlaufend überwacht:

Quelle	Fehler	Verhalten
Sollwert PIN 13, 4...20 mA	Nicht im gültigen Bereich bzw. Kabelbruch	Der Ausgang wird deaktiviert.
Istwert PIN 14, 4...20 mA	Nicht im gültigen Bereich bzw. Kabelbruch	Die Endstufe wird deaktiviert.
EEPROM (beim Einschalten)	Datenfehler	Der Ausgang wird deaktiviert. Der Ausgang kann nur aktiviert werden, indem die Parameter neu gespeichert werden!



ACHTUNG: EOUT Kommando beachten. Änderungen beeinflussen das Verhalten.

6.2 Fehlersuche

Ausgegangen wird von einem betriebsfähigen Zustand und vorhandener Kommunikation zwischen Modul und dem WPC-300. Weiterhin ist die Parametrierung zur Ventilansteuerung anhand der Ventildatenblätter eingestellt. Zur Fehleranalyse kann der RC Modus im Monitor verwendet werden.



ACHTUNG: Wenn mit dem RC (Remote Control) Modus gearbeitet wird, sind alle Sicherheitsaspekte gründlich zu prüfen. In diesem Modus wird das Modul direkt gesteuert und die Maschinensteuerung kann keinen Einfluss auf das Modul ausüben.

FEHLER	URSACHE / LÖSUNG
ENABLE ist aktiv, das Modul zeigt keine Reaktion, die READY LED ist aus.	Vermutlich ist die Spannungsversorgung nicht vorhanden oder das ENABLE Signal (PIN 8) liegt nicht an. Wenn keine Spannungsversorgung vorhanden ist, findet auch keine Kommunikation über unser Bedienprogramm statt. Ist die Verbindung mit WPC-300 aufgebaut, so ist auch eine Spannungsversorgung vorhanden.
ENABLE ist aktiv, die READY LED blinkt.	Mit der blinkenden READY LED wird signalisiert, dass vom Modul ein Fehler erkannt wurde. Fehler können sein: <ul style="list-style-type: none"> Kabelbruch oder fehlendes Signal am Eingang PIN 13 oder 14, wenn 4... 20 mA Signale parametrier sind. Interner Datenfehler: Kommando/Button SAVE ausführen, um den Datenfehler zu löschen. System hat wieder die DEFAULT Daten geladen. Mit dem WPC-300 Bedienprogramm kann der Fehler über den Monitor direkt lokalisiert werden.
ENABLE und RUN sind aktiv, die READY LED leuchtet, das System fährt in eine Endlage.	Die Polarität des Regelkreises ist falsch. Durch das SIGNAL:U Kommando oder durch Vertauschen der beiden Anschlüsse PIN 15 und PIN 16 kann die Polarität geändert werden.

6.3 Strukturbeschreibung der Kommandos

Die Kommandos für unsere Module sind wie folgt aufgebaut:

[nnnn:i x] oder
[nnnn x]

Bedeutung:

nnnn - steht für einen beliebigen Kommandonamen

nnnn: - steht für einen beliebigen Kommandonamen, der über einen Index erweitert werden kann.
Indizierte Kommandos sind durch das Zeichen „:“ erkennbar.

i oder **I** - ist ein Platzhalter für den Index. Ein Index kann z. B. „A“ oder „B“ für die Richtung sein.

x - ist der Parameterwert. Nur bei speziellen Sonderkommandos sind mehrere Parameter möglich.

Beispiele:

MIN:A 2000 nnnn = „MIN“, i = „A“ und x = „2000“

OFFSET 50 nnnn = „OFFSET“ und x = „50“

C:IC 2000 nnnn = „C“, i = „IC“ und x = „2000“

7 Notizen