

burkert

Fluid Control Systems

Digitaler Industrieregler
Digital Industrial Controller
Type 1110



Bedienungsanleitung / Installation and Service Instructions

INHALT:

1	ALLGEMEINE SICHERHEITSBESTIMMUNGEN	3
2	MERKMALE UND ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN (ÜBERBLICK)	4
3	INSTALLATIONSHINWEISE	6
4	ANSCHLÜSSE	6
4.1	Anschlußbelegung	6
4.2	Versorgungsspannungen	7
4.2.1	<i>Umstellung 115/230V bzw. 12/24V</i>	8
4.2.2	<i>24V DC/AC Konverter zum Betrieb an 24V=</i>	8
4.3	Signaleingänge	9
4.4	Signalausgänge	11
5	REGLERSTRUKTUREN	13
5.1	Gesamtstruktur des Digitalen Industriereglers	13
5.2	Regler für einschleifigen Regelkreis	15
5.2.1	<i>Einschleifiger Regelkreis</i>	15
5.2.2	<i>Reglerstruktur Standardregler</i>	15
5.3	Regler mit Zusatzfunktionen für Störgrößenaufschaltung	17
5.3.1	<i>Einschleifiger Regelkreis mit Störgrößenaufschaltung</i>	17
5.3.2	<i>Reglerstruktur Störgrößenaufschaltung</i>	17
5.4	Regler mit Zusatzfunktionen für Folgeregelung	19
5.4.1	<i>Folgeregelung (externe Sollwertvorgabe)</i>	19
5.4.2	<i>Reglerstruktur Externer Sollwert</i>	19
5.5	Regler mit Zusatzfunktionen für Verhältnisregelung	21
5.5.1	<i>Verhältnisregelung</i>	21
5.5.2	<i>Reglerstruktur Verhältnisregelung</i>	22
5.6	Regler mit Zusatzfunktionen für Kaskadenregelung	23
5.6.1	<i>Kaskadenregelung</i>	23
5.6.2	<i>Reglerstruktur Kaskadenregelung</i>	24
5.7	Erläuterungen zu den Funktionsblöcken in den Reglerstrukturen	26



6	BEDIENUNG	38
6.1	Bedienebenen	38
6.2	Bedien- und Anzeigeelemente	39
6.3	Prozeßbedienen	40
6.4	Einstellen von Zahlenwerten	42
6.5	Konfigurieren	43
6.5.1	<i>Bedienung beim Konfigurieren</i>	43
6.5.2	<i>Hauptmenü der Bedienebene Konfigurieren</i>	44
6.6	Parametrieren	68
6.6.1	<i>Bedienung beim Parametrieren</i>	68
6.6.2	<i>Parametrierermenüs</i>	68
7	SELBSTOPTIMIERUNG	72
7.1	Stabilität und Regelgüte	72
7.2	Prinzip der Selbstoptimierung durch Adaption	72
7.3	Prinzip der Selbstoptimierung durch Tune	72
7.4	Arbeitsweise des Tune- und des Adaptionsmoduls	74
7.5	Hinweise zum Einsatz des Tune- und des Adaptionsmoduls	75
7.6	Bedienung der Tune- und Adaptionfunktion	79
8	FEHLERMELDUNGEN UND WARNUNGEN	81
9	ANHANG	84
9.1	Eigenschaften von PID-Reglern	84
9.2	Einstellregeln für PID-Regler	88
9.3	Abkürzungsverzeichnis	91
9.4	Stichwortverzeichnis	92
9.5	Anwenderkonfiguration	93

1 ALLGEMEINE SICHERHEITSBESTIMMUNGEN



Beachten Sie die Hinweise dieser Betriebsanleitung sowie die Einsatzbedingungen und zulässigen Daten gemäß Datenblatt, damit das Gerät einwandfrei funktioniert und lange einsatzfähig bleibt:

- Halten Sie sich bei der Einsatzplanung und dem Betrieb des Gerätes an die allgemeinen Regeln der Technik!
- Installation und Wartungsarbeiten dürfen nur durch Fachpersonal und mit geeignetem Werkzeug erfolgen!
- Beachten Sie die geltenden Unfallverhütungs- und Sicherheitsbestimmungen für elektrische Geräte während des Betriebs und der Wartung des Gerätes!
- Ist der Regler Teil eines komplexen Automatisierungssystems, so ist nach einer Unterbrechung ein definierter und kontrollierter Wiederanlauf zu gewährleisten.
- Schalten Sie vor Eingriffen in das System in jedem Fall die Spannung ab!
- Treffen Sie geeignete Maßnahmen, um unbeabsichtigtes Betätigen oder unzulässige Beeinträchtigung auszuschließen!
- Bei Nichtbeachtung dieser Hinweise und unzulässigen Eingriffen in das Gerät entfällt jegliche Haftung unsererseits, ebenso erlischt die Garantie auf Geräte und Zubehörteile!



2 MERKMALE UND ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN (ÜBERBLICK)

Der digitale Industrieregler ist als PID-Regler für Regelungen in der Verfahrenstechnik konzipiert. Er verkörpert eine neue Reglergeneration auf Mikroprozessorbasis.

An die skalierbaren **Reglereingänge** können wahlweise Einheitssignale *Strom / Spannung* und frequenzanaloge Signale angelegt oder Widerstandsthermometer und Thermoelemente angeschlossen werden.

Als **Reglerausgänge** sind Ausgänge für stetige Einheitssignale oder Relaisausgänge nutzbar. Über die Relaisausgänge können Ventile oder andere schaltende Stellglieder betätigt werden.

Außerdem sind Ausgänge für Alarmmeldungen sowie ein Binär-Eingang und ein Binär-Ausgang für Zusatzfunktionen vorhanden.

Für den Anschluß sind als Optionen die seriellen Schnittstellen RS 232 oder RS 485 / PROFIBUS vorgesehen.

Mit dem Regler können folgende **Regelungsaufgaben** gelöst werden:

- **Festwertregelung (Einschleifiger Regelkreis)**
- **Festwertregelung mit Störgrößenaufschaltung**
- **Folgeregelung (externer Sollwert)**
- **Verhältnisregelung**
- **Kaskadenregelung**

Der Regler ist durch eine **benutzerfreundliche Bedienung** ausgezeichnet und besitzt eine gut ablesbare, hinterleuchtete LCD-Klartextanzeige.

Folgende Bedienhandlungen sind in unterschiedlichen Bedienebenen menüunterstützt ausführbar:

- Konfigurieren (Festlegen der Reglerstruktur),
- Parametrieren (Einstellen der Reglerparameter),
- Prozeßbedienen (Handeingriffe).

Die Konfigurier- und Parametrierdaten werden für den Fall eines Spannungsausfalls nullspannungssicher in einem EEPROM gespeichert.



HINWEIS

Der digitale Industrieregler entspricht der Niederspannungsverordnung 73/23/EWG und der EMV-Verordnung 89/338/EWG

Für die einzelnen Bedienebenen kann eine unbefugte Bedienung durch frei wählbare **Benutzercodes** ausgeschlossen werden. Unabhängig davon existiert ein fest einprogrammierter, nicht veränderbarer Mastercode, mit dem man in alle Ebenen gelangt. **Dieser 4stellige Mastercode steht am unteren Rand dieser Seite.** Er kann ausgeschnitten und getrennt von dieser Bedienungsanleitung aufbewahrt werden.

Im Regler sind Algorithmen zur **Selbstoptimierung** (Selbsteinstellung und Adaption) implementiert, über die im geschlossenen Regelkreis selbsttätig eine Anpassung der Reglerparameter an den Prozeß erfolgt.
Bild 1 zeigt ein **Übersichtsschema** zum Regler.

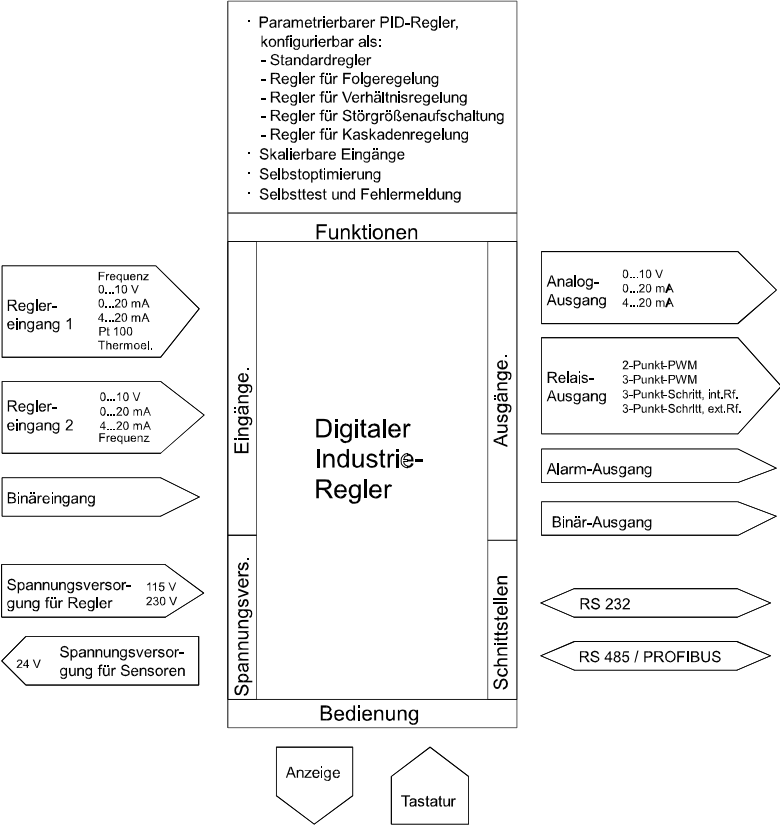


Bild 1: Übersichtsschema

Mastercode für den digitalen Industrieregler 8575

3 INSTALLATIONSHINWEISE

Der Regler ist für den **Einbau in Schalttafeln** konzipiert. Am Regler sind zunächst die beidseitig eingerasteten Halterungselemente durch Schwenken entgegen dem Uhrzeigersinn zu entfernen. Der Regler wird einschließlich der beigefügten Gummidichtung von vorn in die Einschuböffnung eingefügt. Danach werden die beiden Halterungselemente wieder in die oben und unten am Gehäuse angeordneten Bolzen eingerastet und die darin befindlichen Gewindebolzen von hinten eingedreht.

Einschuböffnung in Schalttafel (B x H):	92 x 92 mm ² (+0,8 mm)
Außenmaße des Reglers (B x H x T):	96 x 96 x 173 mm ³
Gewicht des Reglers:	960 g
Schutzgrad:	IP 65 (frontseitig bei Verwendung der beigefügten Dichtung)
Betriebstemperatur:	0 bis +50 °C
Lagertemperatur:	-20 bis +60 °C



ACHTUNG!

Zur Gewährleistung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) muß die Schraubklemme TE (Technische Erde) mit einem möglichst kurzen Kabel (30cm, 2,5 mm²) auf Erdpotential gelegt werden.

4 ANSCHLÜSSE

4.1 Anschlußbelegung

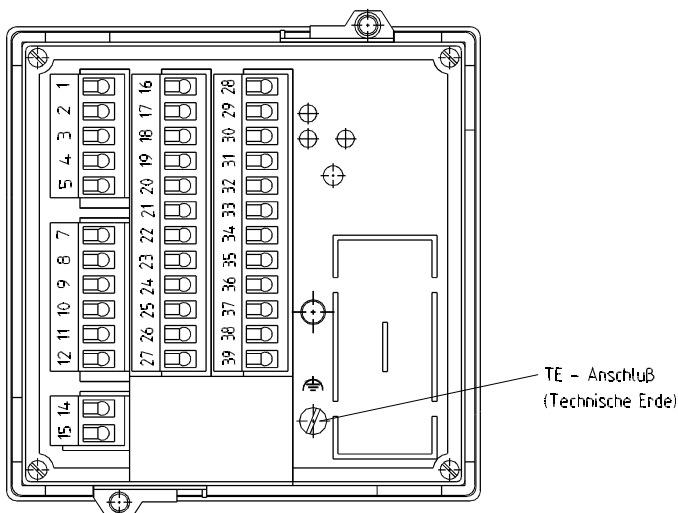


Bild 2: Rückseite des Reglers

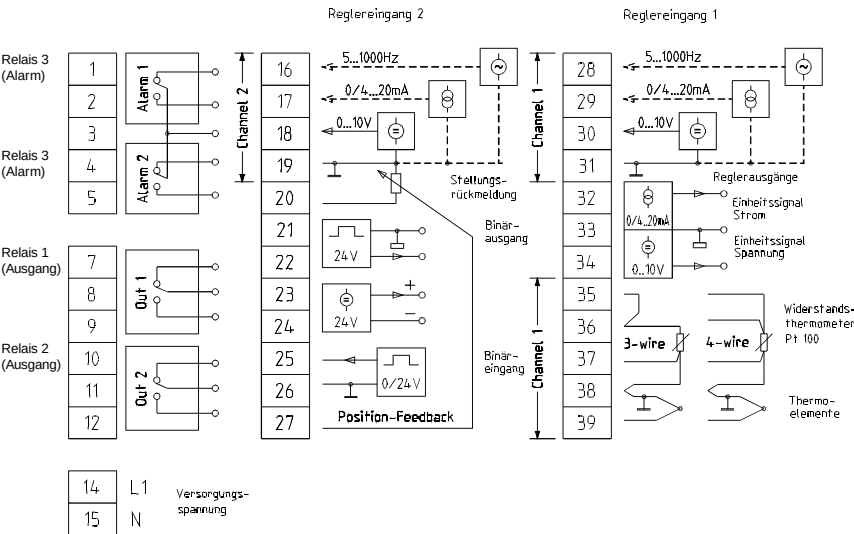


Bild 3: Belegung der Klemmleisten



HINWEIS

Beachten Sie beim Anschluß der Sensorleitungen:

- Verlegen Sie die Leitungen getrennt von Leistungskabel (Leitungen, auf denen größere Ströme fließen) und hochfrequenten Leitungen. Verwenden Sie auf keinen Fall mehradrige Installationskabel, um Leistungs- und Sensorleitungen gemeinsam zu führen.
- Legen Sie bei Verwendung von geschirmten Kabeln den Schirm nur auf einer Seite auf. Vermeiden Sie in jedem Fall, den Schirm auf den Schutzleiter und zugleich an die Masse des Reglereingangs zu legen.

4.2 Versorgungsspannungen

Versorgungsspannung für Regler:		An die Klemmen 14 und 15 anzulegen.
Ausführung 1:	115 / 230V 50 ... 60 Hz	
Ausführung 2:	12 / 24V 50 ... 60 Hz	
Versorgungsspannung für Meßumformer:	24 V DC	An den Klemmen 23 u. 24 abgreifbar.



ACHTUNG!

Zur Gewährleistung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) muß die Schraubklemme TE (Technische Erde) mit einem kurzen Kabel (30cm; 2,5 mm²) auf Erdpotential gelegt werden.



4.2.1 Umstellung 115/230V bzw. 12/24V

Über eine Brücke im Geräteinneren kann die Versorgungsspannung von 230V auf 115V bzw. von 24V auf 12V angepaßt werden. Die Anpassung muß vor dem Einbau des Gerätes erfolgen.

Vorgehensweise:

- ➔ Abstecken sämtlicher Anschluß- und Versorgungsleitungen
- ➔ Entfernen der Anschlußschraube für die Technische Erde
- ➔ Ausbau der optional eingebauten Schnittstellenkarte (wenn vorhanden)
- ➔ Lösen der 4 Schrauben auf der Rückseite und entfernen der Rückwand
- ➔ Das Gerät zu einem Drittel aus dem Gehäuse ziehen
- ➔ Die Brücke ist leicht zugänglich auf der Stromversorgungsplatine, direkt vor einem der 4 Relais platziert und mit den Zahlen 1-4 auf der Platine beschriftet
- ➔ Im Auslieferungszustand befindet sich der Stecker zwischen Kontakt 2 und 4
- ➔ Um das Gerät auf 115V bzw. 12 V einzustellen muß Kontakt 1 und 3 mit dem Stecker gebrückt werden. Für die Umstellung von 24V auf 12 V ist ebenso vorzugehen.
- ➔ Anschließend ist die Baugruppe wieder ins Gehäuse einzuschieben und die Rückwand anzuschrauben.



HINWEIS

Falls das Gerät auf die niedrigere Spannung eingestellt wurde, achten Sie bitte darauf, daß diese Spannung innerhalb der vorgegebenen Toleranzen nicht überschritten wird und machen einen Vermerk auf dem Anschlußschema

4.2.2 24V DC/AC Konverter zum Betrieb an 24V=

Die Reglerausführung 12/24V AC kann über einen optional erhältlichen DC/AC Konverter auch mit 24V DC betrieben werden. Dabei können bis zu 3 Regler von einem Konverter versorgt werden. (Bestellnummer: 191391J)

Versorgungsspannung	16V - 26V DC
Ausgangsspannung	16V-26V AC (50 Hz)
Wirkungsgrad	> 95%
Einschaltverzögerung	max. 5 sec.
Maße (BxHxT)	23 x 75 x 110 mm ³

4.3 Signaleingänge

Alle Signaleingänge sind kurzschlußfest, spannungsfest bis 41 Volt und galvanisch gegenüber den Ausgängen und der Versorgungsspannung getrennt.

Reglereingang 1:

Es können folgende Eingangskonfigurationen genutzt werden:

- **Eingang für Einheitssignal (Spannung) 0 ... 10 V** **Klemmen 30 und 31**

Eingangswiderstand:	> 400 k Ω
Meßfehler:	< 0,2 %
Temperatureinfluß:	< 0,2 % / 10 Grad

- **Eingang für Einheitssignal (Strom) 0 (4) ... 20 mA** **Klemmen 29 und 31**

Eingangswiderstand:	< 300 Ω nach DIN IEC 381 (typisch 200 Ω)
Meßfehler:	< 0,2 %
Temperatureinfluß:	< 0,2 % / 10 Grad
Nenntemperatur:	22 °C
Leitungsbruch- und Kurzschlußerkennung im Bereich von 4 bis 20 mA	

- **Eingang für frequenzanaloges Signal 5 ... 1000 Hz** **Klemmen 28 und 31**

Eingangswiderstand:	> 10 k Ω
Meßfehler:	< 0,1 %
Signalarten:	Sinus, Rechteck, Dreieck (> 300 mV _{ss})

- **Eingang zum Anschluß von Widerstands-thermometern Pt 100** **Klemmen 35, 36, 37, 38**
(nach DIN 43760 für 3- und 4-Leitertechnik)

Meßbereich	- 200 bis + 850 °C
Meßstromstärke	max. 0,5 mA
Meßfehler	$\pm$ 0,2 % $\pm$ 2 Digit



HINWEIS

Bei schwankendem Anzeigewert sollte die Grenzfrequenz des Digitalfilters im Menü Eingänge auf einen kleineren Wert eingestellt und der TE-Anschluß kontrolliert werden.

- **Eingang zum Anschluß von Thermoelementen** **Klemmen 38 und 39**

Für folgende Thermoelemente werden die Kennlinien intern linearisiert:

Typ	Thermopaar	Meßbereich	Genauigkeit
J	Fe - CuNi	-200 bis +1200 °C	$< \pm 0,3 \% \pm 1 \text{ Digit}$
K	NiCr - Ni	-200 bis +1370 °C	$< \pm 0,3 \% \pm 1 \text{ Digit}$
T	Cu - CnNi	0 bis + 400 °C	$< \pm 0,3 \% \pm 2 \text{ Digit}$
R	Pt 13Rh - Pt	0 bis 1760 °C	$< \pm 0,3 \% \pm 1 \text{ Digit}$
S	Pt 10Rh - Pt	0 bis 1760 °C	$< \pm 0,3 \% \pm 1 \text{ Digit}$



HINWEIS

Bei schwankendem Anzeigewert sollte die Grenzfrequenz des Digitalfilters im Menü Eingänge auf einen kleineren Wert eingestellt und der TE-Anschluß kontrolliert werden.

Eingangsimpedanz: $> 1 \text{ M}\Omega$

Vergleichsstellenkompensation:

- intern mit eingebautem NTC-Widerstand,
Fehler der Vergleichsstellenkompensation: $0,5 \text{ K} \pm 1 \text{ Digit}$
- extern mit Widerstandsthemometer Pt 100

Reglereingang 2

- **Eingang für Einheitssignal (Spannung) 0 ... 10 V** **Klemmen 18 und 19**
(Technische Daten wie beim Reglereingang 1)
- **Eingang für Einheitssignal (Strom) 0 (4) ... 20 mA** **Klemmen 17 und 19**
(Technische Daten wie beim Reglereingang 1)
- **Eingang für frequenzanaloges Signal 5 ... 1000 Hz** **Klemmen 16 und 19**
(Technische Daten wie beim Reglereingang 1)

Konfigurierbar für:

- Störgrößenaufschaltung
- Folgeregelung (externer Sollwert)
- Verhältnisregelung
- Kaskadenregelung

- **Eingang zum Anschluß von Potentiometern** für Stellungsrückmeldung (1 ... 10 k Ω) bei Stellungsregelung **Klemmen 19, 20 und 27**
- **Binäreingang** **Klemmen 25 und 26**

Eingangswiderstand: > 25 k Ω

Konfigurierbare Wirkungsrichtung:

Logischer Wert	Spannung	nicht invertiert	invertiert
0	0 ... 4,5 V	inaktiv	aktiv
1	13 ... 35 V	aktiv	inaktiv

Konfigurierbare Funktionen:

- Umschaltung zwischen Hand und Automatik
 - Umschaltung zwischen externem und internem Sollwert *)
 - Auslösen von Alarm
 - Ausgabe des Sicherheitswertes
- *) nur verfügbar, wenn Reglereingang 2 für externen Sollwert konfiguriert wurde.

4.4 Signalausgänge

Reglerausgang

Es können folgende Ausgangskonfigurationen genutzt werden:

Reglerausgang für stetige Signale

- **Ausgang für Einheitssignal 0 ... 10 V** **Klemmen 33 und 34**
max. Laststrom: 5 mA
Genauigkeit: 0,5 %
- **Ausgang für Einheitssignal 0 (4) ... 20 mA** **Klemmen 32 und 33**
max. Lastwiderstand (Bürde): 600 Ω
Genauigkeit: 0,5 %

Reglerausgänge für unstetige Signale

2 Relais mit je einem potentialfreien Wechsler:

- Relais 1** **Klemmen 7, 8 und 9**
- Relais 2** **Klemmen 10, 11 und 12**

Folgende Ausgangssignale sind konfigurierbar (vergleiche Abschnitt 5.7 und Abschnitt 6.5.4):

- 2-Punkt-PWM-Signal (PWM: Pulsweitenmodulation)
- 3-Punkt-PWM-Signal
- 3-Punkt-Schritt-Signal
- 3-Punkt-Schritt-Signal mit externer Rückführung (Stellungsregelung)

Elektrische Daten der Relais	AC	DC
max. Schaltspannung	250V	300V
max. Schaltstrom	5A	5A
max. Schaltleistung	1250 VA	100 W bei 24V, 30 W bei 250V

• Binärausgang

Klemmen 21 und 22

max. Laststrom: 20 mA

Konfigurierbare Wirkungsrichtung (*nicht invertiert* / *invertiert*):

Logischer Wert	Ausgang	nicht invertiert	invertiert
0	hochohmig	inaktiv	aktiv
1	17,5 ... 24 V	aktiv	inaktiv

Konfigurierbare Funktionen:

- Meldung: *Alarm aufgetreten*
- Meldung: *Fehler ist aufgetreten*
- Meldung: *Betriebsart HAND*

Ausgänge für Alarmmeldungen

2 Relais mit je einem potentialfreien Wechsler und intern verbundenem Mittelkontakt (siehe Anschlußbild):

Relais 3

Relais 4

Klemmen 1, 2 und 3

Klemmen 3, 4 und 5

Konfigurierbare Alarmmeldungen:

- Alarm, absolut
- Alarm, relativ
- Alarm, Verhältnis

Elektrische Daten der Relais	AC	DC
max. Schaltspannung	250V	300V
max. Schaltstrom	5A	5A
max. Schaltleistung	1250 VA	100 W bei 24V, 30 W bei 250V

5 REGLERSTRUKTUREN

5.1 Gesamtstruktur des Digitalen Industriereglers

Bild 4 zeigt die Gesamtstruktur des digitalen Industriereglers in Form eines Signalflußbildes. Es enthält neben Funktionsblöcken Strukturschalter, über die beim Konfigurieren des Reglers eine konkrete Reglerstruktur eingestellt wird.

Folgende konkrete Reglerstrukturen können auf der Basis der Gesamtstruktur konfiguriert werden:

- Regler für einschleifigen Regelkreis
(Struktur *Standardregler*)
- Regler mit Zusatzfunktionen für Störgrößenaufschaltung
(Struktur *Störgrößenaufschaltung*)
- Regler mit Zusatzfunktionen für Folgeregelung
(Struktur *Externer Sollwert*)
- Regler mit Zusatzfunktionen für Verhältnisregelung
(Struktur *Verhältnisregelung*)
- Regler mit Zusatzfunktionen für Kaskadenregelung
(Struktur *Kaskadenregelung*)

Im Abschnitt 5.7 werden die in der Gesamtstruktur enthaltenen Funktionsblöcke erläutert.

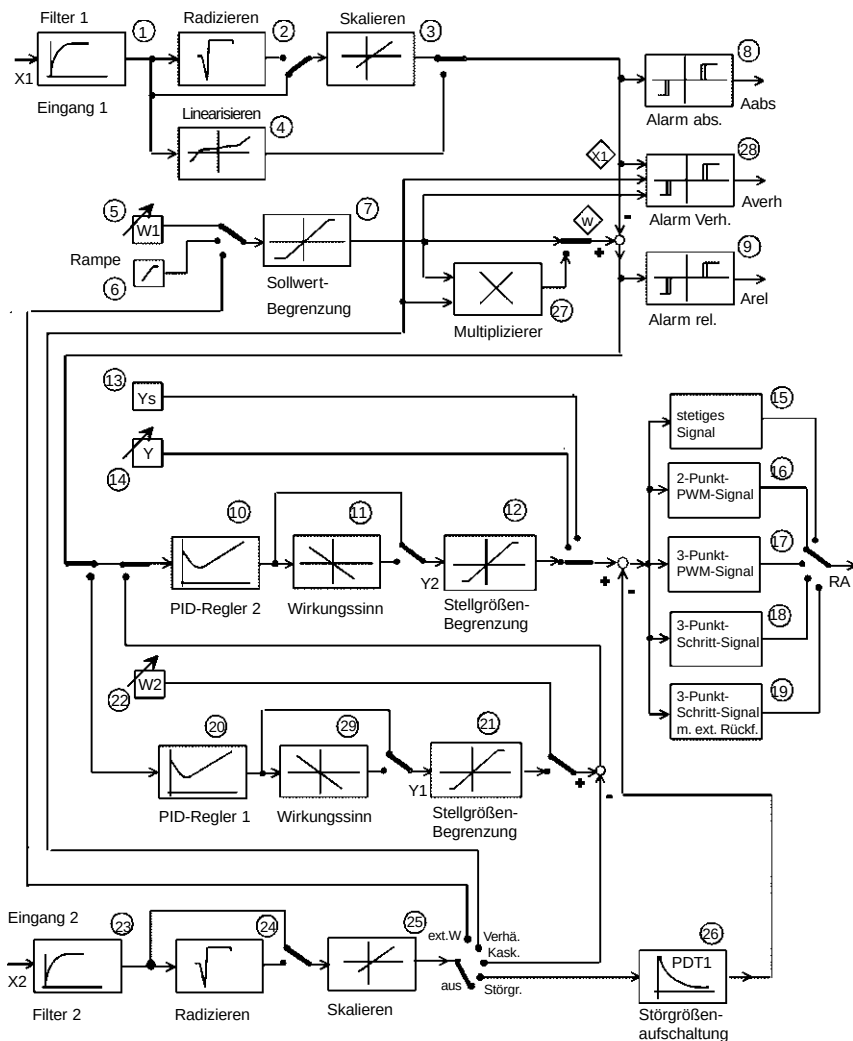


Bild 4: Gesamtstruktur des Digitalen Industriereglers

Beschreibung der Funktionsblöcke ab Seite 26

5.2 Regler für einschleifigen Regelkreis

5.2.1 Einschleifiger Regelkreis

Besteht eine Regelungsaufgabe darin, eine Größe (z.B. Temperatur) auf einem fest vorgegebenen Sollwert W (konstant) zu halten, so wird dazu eine Festwertregelung eingesetzt. Die Regelgröße X (Temperatur) wird gemessen und mit dem Sollwert W

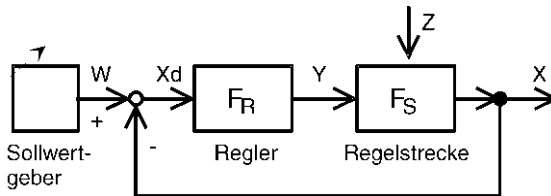


Bild 5: Einschleifiger Regelkreis

verglichen (Bild 5). Weist sie gegenüber dem Sollwert eine z.B. durch eine Störgröße Z verursachte Abweichung auf, so wird entsprechend dieser Abweichung, die als Regeldifferenz $X_d = W - X$ bezeichnet wird, vom Regler eine Stellgröße Y derart gebildet, daß die Regelgröße X dem Sollwert möglichst genau angeglichen wird. Als Regler kann ein PID-Regler verwendet werden, der bezüglich seiner Parameter so auszulegen ist, daß sich ein der Aufgabenstellung entsprechendes Regelverhalten ergibt (siehe Anhang).

Beispiel:

Als Beispiel für eine Festwertregelung im einschleifigen Regelkreis sei die Regelung der Temperatur eines Raumes genannt. Das Ziel besteht darin, alle Störgrößen, die eine Abweichung der Raumtemperatur von der Solltemperatur verursachen, zu kompensieren. Die Raumtemperatur wird gemessen und mit dem Sollwert W verglichen. Entsprechend der Regeldifferenz X_d wird über den Regler solange eine Verstärkung der Brennstoffzufuhr bewirkt, bis die gewünschte Raumtemperatur erreicht ist.

5.2.2 Reglerstruktur *Standardregler*

Aus der Gesamtstruktur ergibt sich durch Konfigurieren die im Bild 6 hervorgehobene Struktur **Standardregler**. Die Basis bildet der PID-Regler 2. PID-Regler 1 bleibt unbenutzt. Eingang 1 ist für die Regelgröße X_1 vorgesehen, Eingang 2 wird nicht verwendet. W_1 ist der einzustellende Sollwert.

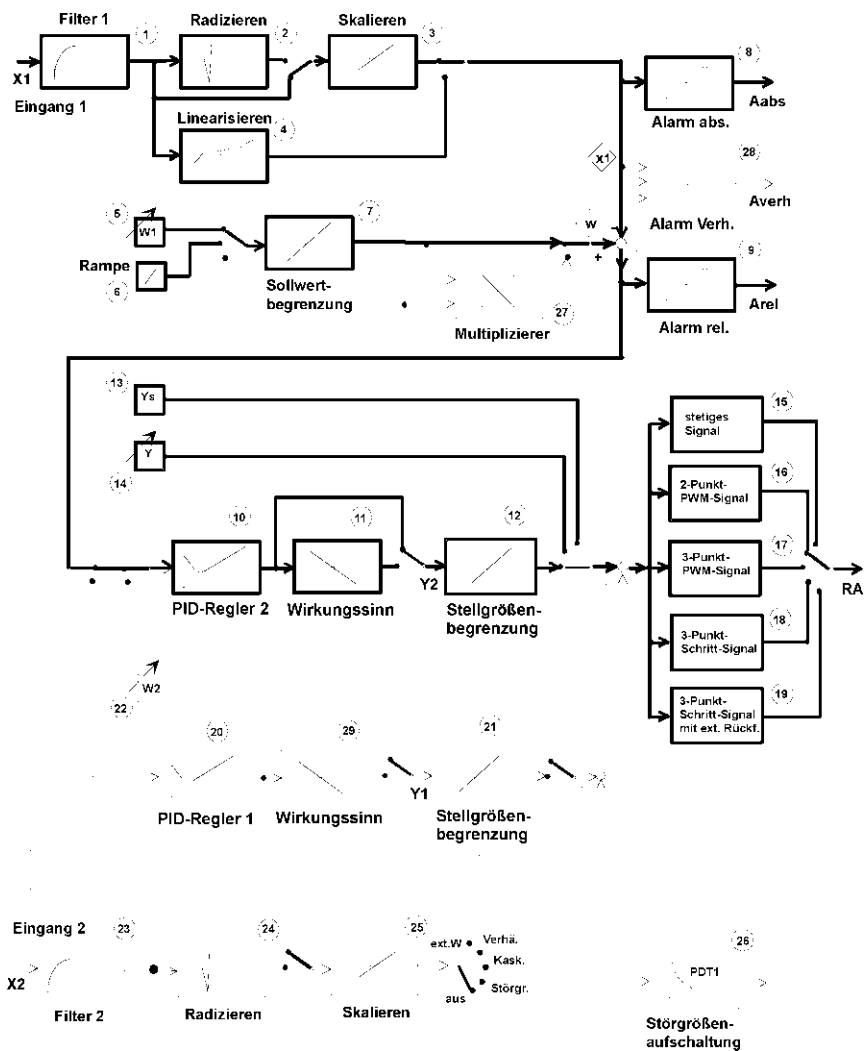


Bild 6: Struktur Standardregler

Beschreibung der Funktionsblöcke ab Seite 26

5.3 Regler mit Zusatzfunktionen für Störgrößenaufschaltung

5.3.1 Einschleifiger Regelkreis mit Störgrößenaufschaltung

Bei Regelstrecken kann durch Aufschalten der Störgröße das Regelverhalten eines Einfachregelkreises meist wesentlich verbessert werden. Voraussetzung dabei ist, daß sich die Störgröße meßtechnisch erfassen läßt.

Die Aufschaltung der Störgröße kann über ein Kompensationsglied F_K entweder auf den Reglereingang oder auf den Reglerausgang erfolgen (Bild 7). Im digitalen Regler ist eine Störgrößenaufschaltung auf den Reglerausgang realisiert. Das Kompensationsglied F_K ist als PDT1-Glied ausgeführt. Durch den P-Anteil dieses Gliedes wird eine der Störgröße proportionale Aufschaltung erzielt. Der D-Anteil bewirkt eine Aufschaltung, die der Änderungen der Störgröße proportional ist. Beide Anteile können beim Konfigurieren bzw. Parametrieren frei gewählt werden.

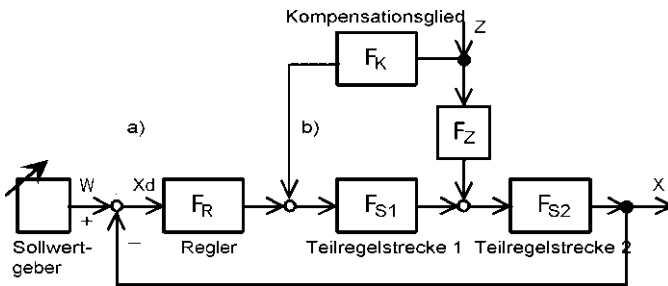


Bild 7: Einfachregelkreis mit Störgrößenaufschaltung

- a) auf den Reglereingang
b) auf den Reglerausgang

Beispiel:

Als Beispiel für eine Festwertregelung mit Störgrößenaufschaltung diene die Wasserstandsregelung in einem Dampfkessel. Der Wasserstand wird gemessen und über die Speisewasserzufuhr geregelt. Die abgehende Dampfmenge tritt hier als Hauptstörgröße in Erscheinung. Wird sie gemessen und zusätzlich auf den Regler aufgeschaltet, kann dadurch das Regelverhalten verbessert werden. Aus der Gesamtstruktur ergibt sich durch Konfigurieren die im Bild 8 hervorgehobene Struktur **Störgrößenaufschaltung**. Die Basis bildet der PID-Regler 2.

5.3.2 Reglerstruktur Störgrößenaufschaltung

PID-Regler 1 bleibt unbenutzt. Eingang 1 ist für die Regelgröße X1 vorgesehen, Eingang 2 dient zur Störgrößenaufschaltung auf den Reglerausgang. W1 ist der einzustellende Sollwert.

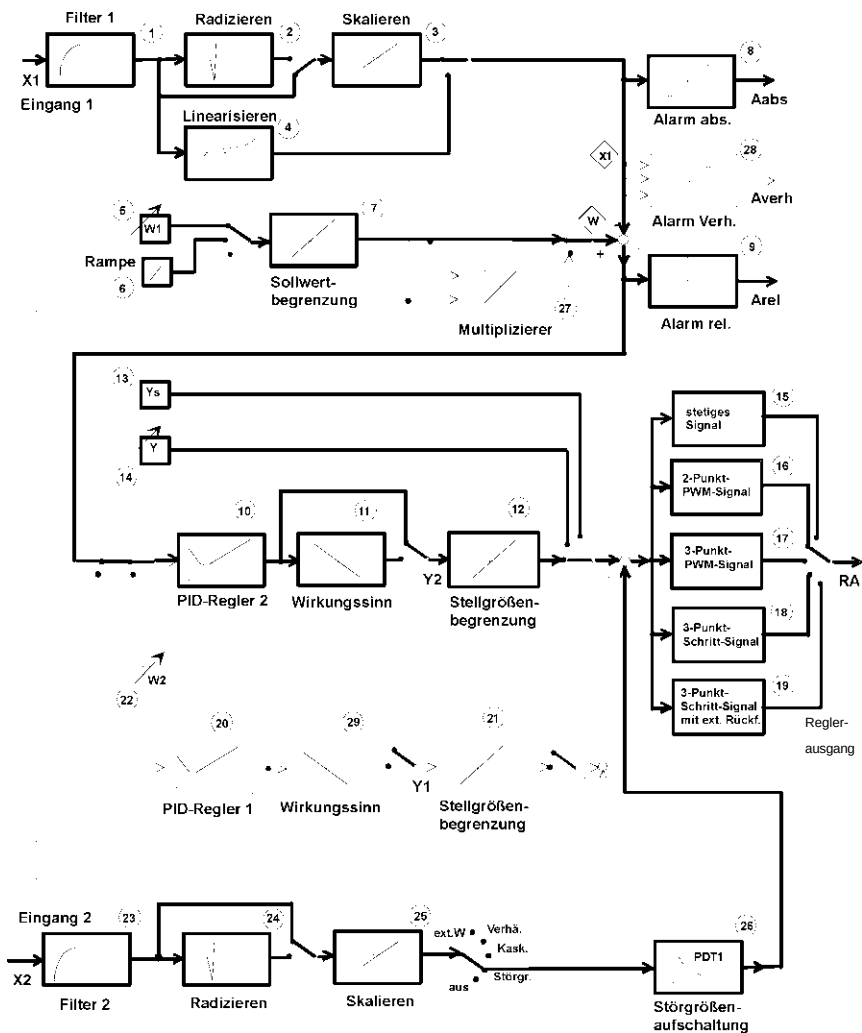


Bild 8: Struktur Störgrößenaufschaltung

Beschreibung der Funktionsblöcke ab Seite 26

5.4 Regler mit Zusatzfunktionen für Folgeregelung

5.4.1 Folgeregelung (externe Sollwertvorgabe)

Aufgabe einer Folgeregelung ist es, die Regelgröße X_1 möglichst genau einer anderen sich zeitlich ändernden Größe, der Führungsgröße, nachzuführen. Als Führungsgröße kann entweder eine aus einer Strecke F_{S2} stammende Prozeßgröße X_2 oder eine andere Größe mit vorgegebenem Zeitverlauf verwendet werden (Bild 9).

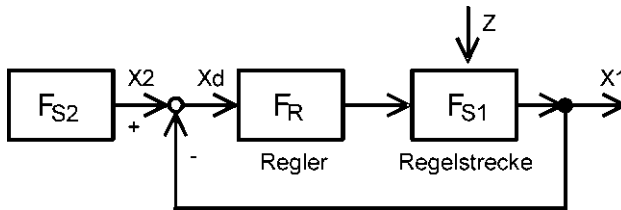


Bild 9: Folgeregelung

Der Regler einer Folgeregelung muß so ausgelegt werden, daß sich ein gutes Führungsverhalten mit kurzer Ausregelzeit und gut gedämpftem Einschwingen ergibt.

Beispiel:

Als Beispiel für eine Folgeregelung sei die Servolenkung genannt. Die Führungsgröße X_2 für die Winkelstellung des Rades (Regelgröße X_1) wird über die Lenkradstellung vorgegeben.

5.4.2 Reglerstruktur Externer Sollwert

Aus der Gesamtstruktur ergibt sich durch Konfigurieren die im Bild 10 hervorgehobene Struktur **Externer Sollwert**. Die Basis bildet der PID-Regler 2. PID-Regler 1 bleibt unbenutzt. Eingang 1 ist für die Regelgröße X_1 vorgesehen, an Eingang 2 wird die Führungsgröße als externer Sollwert gelegt.

Bei dieser Reglerstruktur kann der Binäreingang dazu verwendet werden, um zwischen dem externen Sollwert und dem Sollwert W_1 umzuschalten.

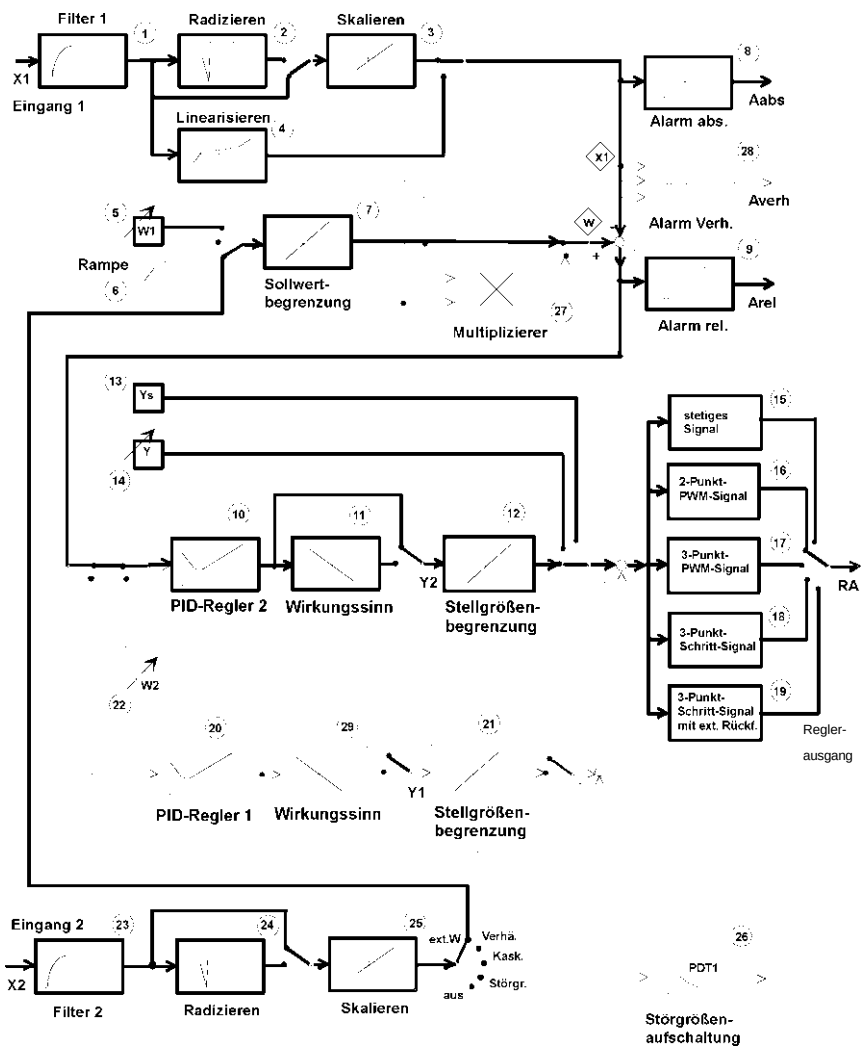


Bild 10: Struktur Externer Sollwert

Beschreibung der Funktionsblöcke ab Seite 25

5.5 Regler mit Zusatzfunktionen für Verhältnisregelung

5.5.1 Verhältnisregelung

Eine Verhältnisregelung ist eine besondere Art der Folgeregelung bzw. der externen Sollwertvorgabe.

Aufgabe einer Verhältnisregelung ist es eine Regelgröße (X1) ständig in einem bestimmten Verhältnis zu einer anderen Prozeßgröße (X2) nachzuführen.

X1 wird als **Folgegröße** bezeichnet, X2 als **Führungsgröße**.

Im ausgeregelten Zustand des Verhältnis-Regelkreise gilt:

$$W_v = X_1/X_2$$

Wv: Verhältnis-Sollwert

X1: Folgegröße (geregelter Größe)

X2: Führungsgröße

Daraus ergibt sich als interner Sollwert für den zu regelnden Kanal X1:

$$X_{1\text{soll}} = X_2 \cdot W_v$$

$$W = X_2 \cdot W_v$$

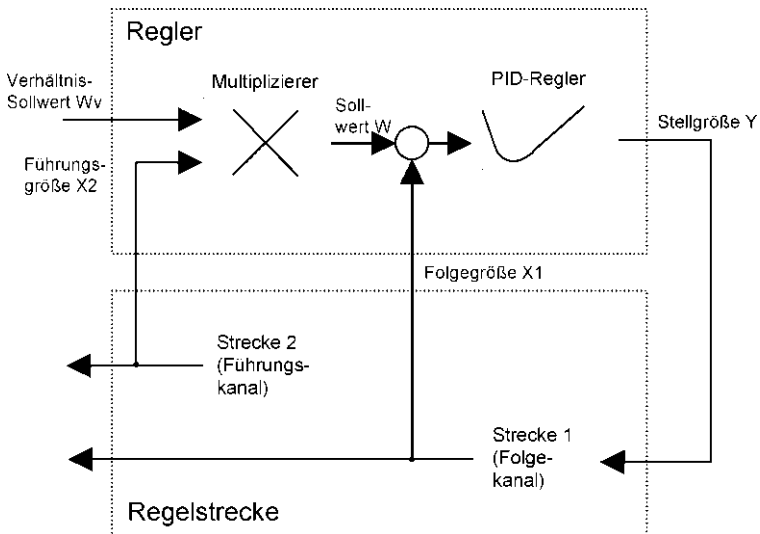


Bild 11: Verhältnisregelung

Beispiel:

Als Beispiel für eine Verhältnisregelung soll die Mischungsregelung eines Säure-Lauge-Stromes genannt werden. Der interne Sollwert W für die Säurezufuhr ($X_{1\text{soll}}$) wird durch Multiplikation aus dem Durchfluß der Lauge (Prozeßgröße X2) mit dem Verhältnissollwert Wv gebildet.

5.5.2 Reglerstruktur *Verhältnisregelung*

Aus der Gesamtstruktur ergibt sich durch Konfigurieren die im Bild 12 hervorgehobene Struktur **Verhältnisregelung**. Die Basis bildet der PID-Regler 2. PID-Regler 1 bleibt unbenutzt. Eingang 1 ist für die Regelgröße X1 vorgesehen, an Eingang 2 wird die Prozeßgröße gelegt. W1 ist der einzustellende Verhältnissollwert.

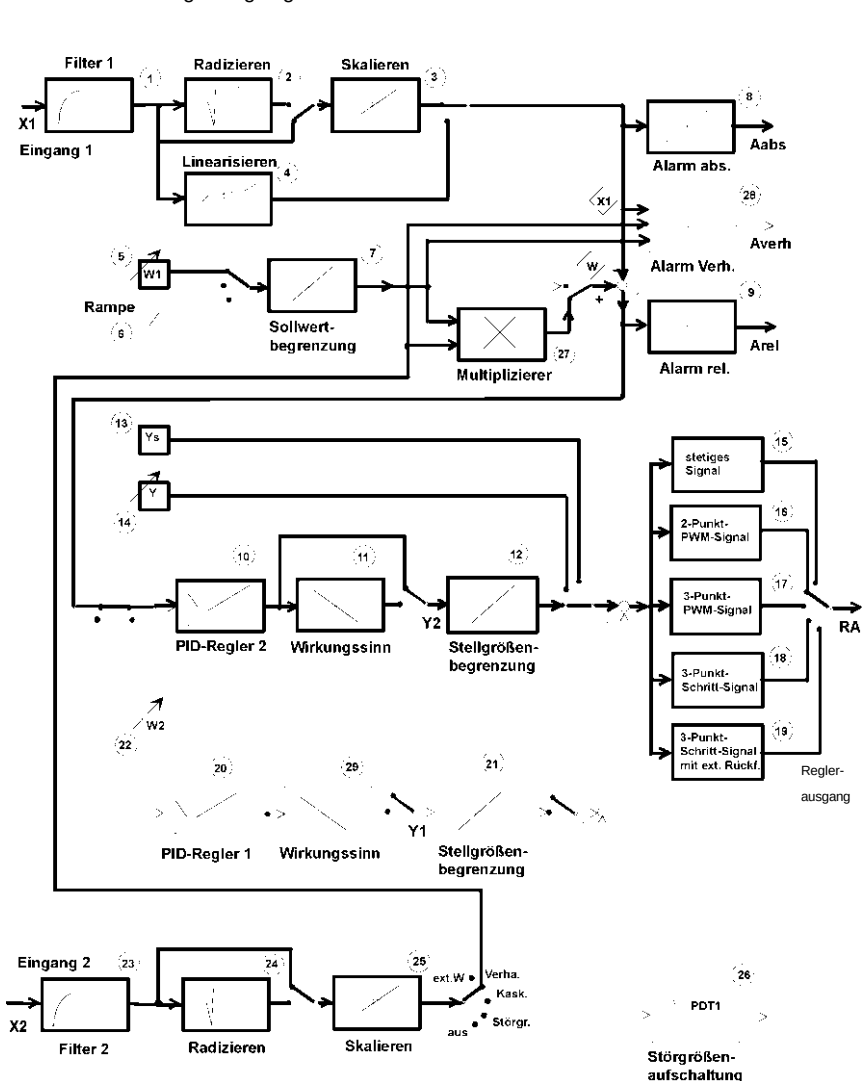


Bild 12: Struktur Verhältnisregelung

Beschreibung der Funktionsblöcke ab Seite 26

5.6 Regler mit Zusatzfunktionen für Kaskadenregelung

5.6.1 Kaskadenregelung

Bei einer Kaskadenregelung sind zwei Regelkreise so miteinander vermascht, daß der eine Regelkreis (Hauptregelkreis) dem anderen (Hilfsregelkreis) überlagert ist. Man spricht deshalb auch von einem zweischleifigen Regelkreis (Bild 13).

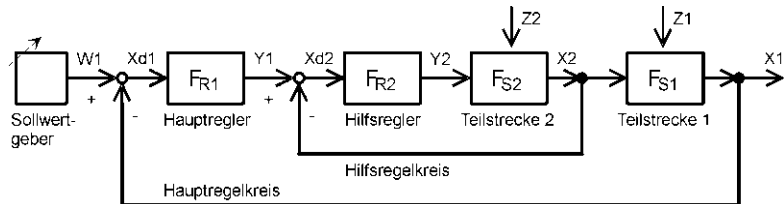


Bild 13: Kaskadenregelung

Die Regelstrecke ist in die beiden Teilstrecken F_{S1} und F_{S2} aufgeteilt. An der Teilstrecke F_{S1} wird die Regelgröße $X1$ und an der Teilstrecke F_{S2} die Hilfsregelgröße $X2$ gemessen.

Der Hilfsregelkreis besteht aus dem Hilfsregler F_{R2} und der Teilstrecke F_{S2} . Der Sollwert für den Hilfsregelkreis ist durch die Ausgangsgröße $Y1$ des Hauptreglers F_{R1} gegeben, der zusammen mit dem Hilfsregelkreis und der Teilstrecke F_{S1} den Hauptregelkreis bildet. Der Sollwert des Hauptregelkreises wird als $W1$ vorgegeben.

Voraussetzung für das Zusammenwirken der beiden Regelkreise ist, daß der Hilfsregelkreis ein schnelleres Zeitverhalten hat als der Hauptregelkreis, d.h. daß die wesentlichen Verzögerungen in der Teilstrecke F_{S1} enthalten sind. Störungen $Z2$ auf die Teilstrecke F_{S2} werden vom schnelleren Hilfsregelkreis und Störungen $Z1$ auf die Teilstrecke F_{S1} vom Hauptregelkreis ausgeregelt.

Beispiel:

Als ein Beispiel für eine Kaskadenregelung bietet sich die Regelung der Temperatur in einem mit Heißdampf beheizten Behälter an. Dem langsamen Temperaturregelkreis mit dem Hauptregler F_{R1} wird ein schneller Hilfsregelkreis zur Regelung des Durchflusses des Heißdampfes untergeordnet.

5.6.2 Reglerstruktur *Kaskadenregelung*

Aus der Gesamtstruktur ergibt sich durch Konfigurieren die im Bild 14 hervorgehobene Struktur ***Kaskadenregelung***.

PID-Regler 1 wird als Hauptregler und PID-Regler 2 als Hilfsregler verwendet. Eingang 1 ist für die Regelgröße X1 des Hauptregelkreises und Eingang 2 für die Hilfsregelgröße X2 vorgesehen.

W1 ist der Sollwert für den Hauptregelkreis. Befindet sich der Hauptregler im Zustand AUTO, gibt er den Sollwert für den Hilfsregelkreis vor. Wenn der Hauptregler im Zustand HAND ist, kann über die Tastatur ein Sollwert W2 für den Hilfsregelkreis eingestellt werden.

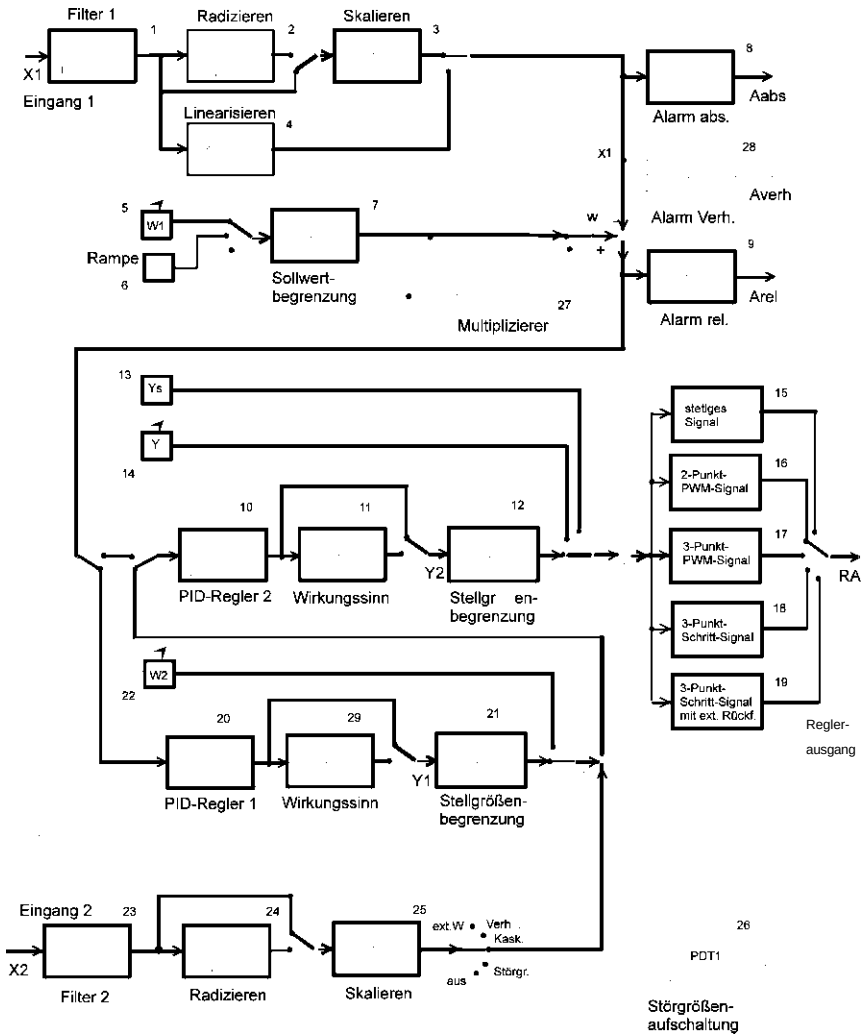


Bild 14: Struktur Kaskadenregelung

Beschreibung der Funktionsblöcke ab Seite 26



5.7 Erläuterungen zu den Funktionsblöcken in den Reglerstrukturen

Funktionsblock 1: Filter am Eingang 1

Mit dem Filter können dem Meßsignal überlagerte Störsignale gedämpft werden. Das Filter ist als Tiefpaß erster Ordnung ausgeführt.

Die Grenzfrequenz der Filter kann über die Parameter Fg 1 (1. Eingang) und Fg 2 (2. Eingang) im Parametrieren (Menü Filter) und Konfigurieren (Menü Eingang 1 und Eingang 2) im Bereich 0.1 bis 20.0 Hz eingestellt werden.

- 0.1 Hz (starke Dämpfung, Zeitkonstante 1.6 Sekunden)
- 20.0 Hz (schwache Dämpfung, Zeitkonstante 0.01 Sekunden)



ACHTUNG!

Da die Filterzeitkonstante unter Umständen einen Einfluß auf die Reglerparameter hat, sollte die Einstellung der Grenzfrequenz der Filter immer vor der Einstellung der Reglerparameter erfolgen.

Einstellbarer Parameter:

Fg1: Grenzfrequenz (- 3 dB) des Filters am Eingang 1.

Funktionsblock 2: Radizieren am Eingang 1

Diese Funktion dient der Radizierung des Eingangssignals. Sie wird benötigt, wenn der Durchfluß als Druckdifferenz an einer Düse oder Blende gemessen wird (Wirkdruckverfahren).

Funktionsblock 3: Skalieren am Eingang 1

Durch die Skalierfunktion wird dem gemessenen elektrischen Wert, der der physikalischen Meßgröße entspricht, ein Zahlenwert zugeordnet (Bild 15).

Einstellbare Parameter:

- X10:** Oberer Skalierwert, wird dem maximalen Strom-, Spannungs-, oder Frequenzwert zugeordnet.
- X1u:** Unterer Skalierwert, wird dem minimalen Strom-, Spannungs-, oder Frequenzwert zugeordnet.

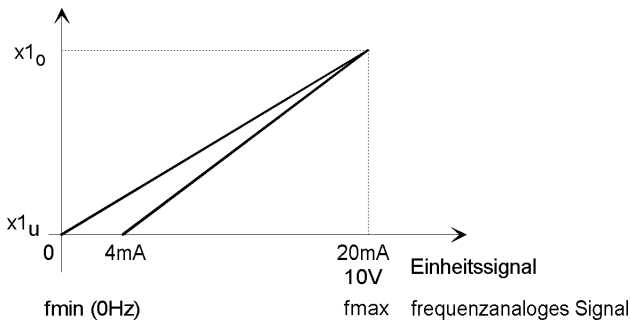


Bild 15: Skalieren

Funktionsblock 4: Linearisieren

Die Kennlinien der verschiedenen Thermoelemente und des Pt 100 werden intern linearisiert.

Funktionsblock 5: Einstellen des Sollwertes W1

Einstellung des Sollwerts über die Tastatur des Reglers.

Funktionsblock 6: Rampe

Der Sollwert kann mit der Rampenfunktion kontinuierlich vergrößert bzw. verkleinert werden.

Optionen:

Rampe ein: Sollwertrampe aktiv. Ein eingegebener Sollwert wird über die Rampe angefahren.
Bei Kaskadenregelung ist die Sollwertrampe nur für den Hauptregler verfügbar. Die Rampe wird nur gestartet, wenn sich der Regler im Zustand Automatik befindet.

Rampe aus: Sollwertrampe nicht aktiv.

Einstellbarer Parameter:

D: Steigung der Sollwertrampe

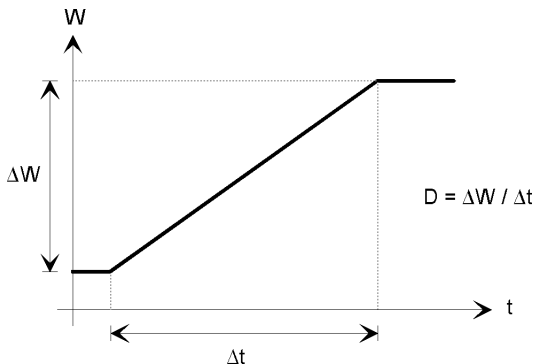


Bild 16: Rampenfunktion

Funktionsblock 7: Sollwertbegrenzung

Für den Sollwert kann eine untere sowie eine obere Begrenzung eingegeben werden. Der Sollwert lässt sich nur innerhalb dieses Bereiches einstellen.

Einstellbare Parameter:

W1o: obere Sollwertgrenze

W1u: untere Sollwertgrenze

Funktionsblock 8: Alarm, absolut

Mit dieser Funktion werden die Alarmrelais betätigt, wenn die Regelgröße $X1$ eine obere Grenze über- oder eine untere Grenze unterschreitet. Die Grenzen können innerhalb des Skalierungsbereiches $X1u...X1o$ bzw. innerhalb des Meßbereiches bei Temperatureingängen eingestellt werden.

Überschreiten des oberen Grenzwertes: Alarmmeldung über Relais 3

Unterschreiten des unteren Grenzwertes: Alarmmeldung über Relais 4

Einstellbare Parameter:

X1+ : oberer Grenzwert für Alarmmeldung

X1- : unterer Grenzwert für Alarmmeldung

Hy : Schalthysterese

Funktionsblock 9: Alarm, relativ

Mit dieser Funktion werden die Alarmrelais betätigt, wenn die Regeldifferenz einen oberen Grenzwert über- oder einen unteren Grenzwert unterschreitet. Die Grenzwerte für eine Alarmmeldung sind hier also auf den Sollwert bzw. auf die Differenz zwischen Soll- und Istwert bezogen (relativ). Diese Alarmfunktion ist bei konfigurierter Verhältnisregelung nicht verfügbar.

Überschreiten des oberen Grenzwertes: Alarmmeldung über Relais 3

Unterschreiten des unteren Grenzwertes: Alarmmeldung über Relais 4

Einstellbare Parameter:

X1+ : oberer Grenzwert für Alarmmeldung

X1- : unterer Grenzwert für Alarmmeldung

Hy : Schalthysterese

Funktionsblock 10: PID-Regler (2)

Bei diesem Funktionsblock handelt es sich um einen parametrierbaren PID-Regler, der entweder als Einfachregler oder als Hilfsregler bei der Kaskadenregelung eingesetzt werden kann.

Einstellbare Parameter:

Kp: Verstärkungsfaktor

Tn: Nachstellzeit

Tv: Vorhaltzeit

Y0: Arbeitspunkt

Funktionsblock 11: Wirkungssinn

Hier kann über Strukturschalter eingestellt werden, ob das Stellglied mit positivem oder mit negativem Wirkungssinn angesteuert werden soll. Bei positivem Wirkungssinn steigt das Ausgangssignal Y des PID-Reglers 2 mit wachsender Regeldifferenz Xd, bei negativem Wirkungssinn nimmt es ab.

Optionen:

Inv. nein: positiver Wirkungssinn

Inv. ja : negativer Wirkungssinn

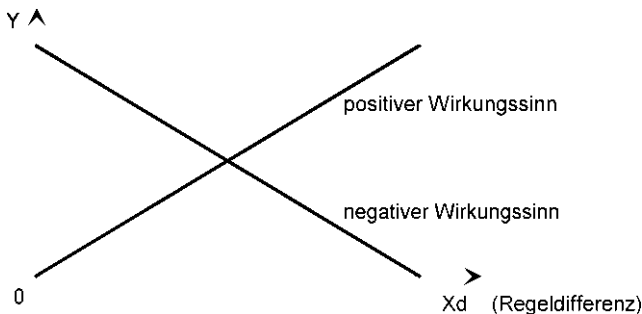


Bild 17: Wirkungssinn am Beispiel des P-Reglers

Funktionsblock 12: Stellgrößenbegrenzung

Über diesen Funktionsblock kann festgelegt werden, in welchem Bereich sich die Stellgröße Y bewegen darf.

Einstellbare Parameter:

- Yo:** maximaler Wert der Stellgröße
Yu: minimaler Wert der Stellgröße

Bei 3-Punkt-PWM-Signalen kann der Bereich Heizen/Kühlen getrennt begrenzt werden. Wenn sich die Stellgrößen an einer Begrenzung befinden, wird die Integratorabschaltung aktiv.

- Yho:** max. Wert der Stellgröße heizen (Relais 1)
Yhu: min. Wert der Stellgröße heizen (Relais 1)
Yko: max. Wert der Stellgröße kühlen (Relais 2)
Yku: min. Wert der Stellgröße kühlen (Relais 2)

Bei einem 3-Punkt-Schritt-Ausgang ohne externe Rückführung ist die Stellgrößenbegrenzung nicht verfügbar.

Funktionsblock 13: Sicherheitswert

Hier wird die Stellgröße vorgegeben, die bei Auftreten einer Störung oder bei Aktivierung des Binäreingangs (bei konfigurierter Funktion Sicherheitswert ausgeben, siehe Abschn. 6.5.4) ausgegeben werden soll.

Einstellbarer Parameter:

- Ys:** Sicherheitswert der Stellgröße

Funktionsblock 14: Stellgrößeneinstellung von Hand

Dieser Funktionsblock ist in der Ebene Prozeßbedienung aktivierbar. Die Stellgrößeneinstellung von Hand ist nur im HAND-Betriebszustand des Gerätes möglich. Das Stellglied wird vom Regler weggeschaltet und mit der zuletzt berechneten Stellgröße angesteuert. Der Wert kann jetzt durch die „Pfeiltasten“ verändert werden (siehe Abschn. 6.3).

Funktionsblock 15: Stetiges Signal

Die Stellgröße Y wird als stetiges Signal Ra (siehe z.B. Bild 6) ausgegeben. Es können drei Einheitssignale gewählt werden:

- Einheitssignal 0...10 V
- Einheitssignal 0...20 mA
- Einheitssignal 4...20 mA

Funktionsblock 16: 2-Punkt-PWM-Signal

2-Punkt-Ausgang

Bei Verwendung eines schaltenden Ausgangs, wie den 2-Punkt-PWM Ausgang, muß die stetige Stellgröße Y, die der PID-Regelalgorithmus berechnet in ein schaltendes Signal umgeformt werden.

Diese Umformung geschieht über ein PWM-Glied (PWM: Puls Weiten Modulation). Das Relais wird mit einer Umschaltdauer getaktet, die proportional Y ist. Damit wird ein quasi-stetiges Verhalten erzielt. Die Periodendauer T_+ des PWM-Signals muß an die Regelstrecke angepaßt werden.

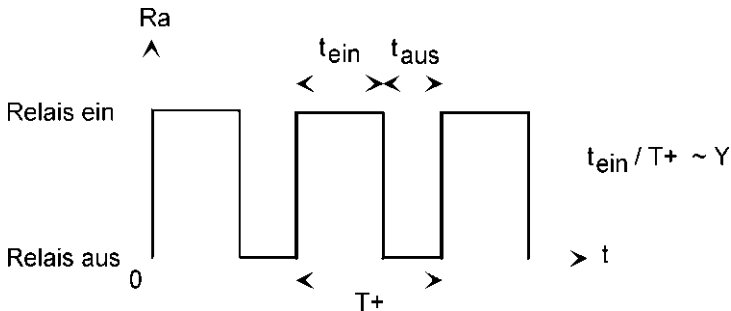


Bild 18: 2-Punkt-PWM-Signal

$$Y = t_{\text{ein}} / T_+ \cdot 100 \%$$

$$t_{\text{ein}} = Y / 100 \% \cdot T_+$$

Einstellbarer Parameter:

T+: Periodendauer des 2-Punkt-PWM-Signals

Optionen:

Imp. nein: Einsatz eines Standardventils. Die Ausgabe des 2-Punkt-PWM-Signals erfolgt über Relais 1

Imp. ja: Einsatz eines Impulsventils. In diesem Fall werden für die Ausgabe 2 Relais verwendet. Mit der steigenden Flanke des 2-Punkt PWM-Signals wird Relais 1 und mit der fallenden Relais 2 erregt. Auf diese Weise kann ein Impulsventil betätigt werden. Mit Relais 1 wird die Anzugswicklung, mit Relais 2 die Abwurfwicklung des Ventils angesteuert.

Funktionsblock 17: 3-Punkt-PWM-Signal

3-Punkt-Ausgang

Der 3-Punkt-PWM Ausgang ist eine Kombination zweier 2-Punkt-PWM-Ausgänge. Der eine PWM-Ausgang steuert das Ausgangsrelais 1 (Ausgangsrelais heizen) in Abhängigkeit von Y_h und der andere PWM-Ausgang das Ausgangsrelais 2 (Ausgang kühlen) in Abhängigkeit von $Y_{k\text{an}}$. Jedem der beiden Ausgänge ist reglerintern ein eigener PID-Algorithmus zugeordnet. Das folgende Bild zeigt prinzipiell die Reglercharakteristik für den 3-Punkt-PWM Ausgang:

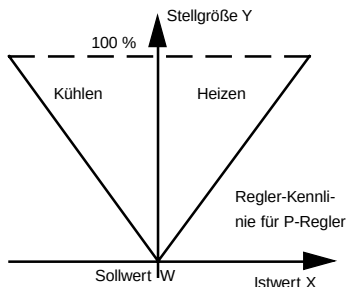


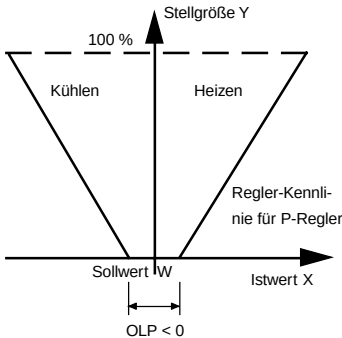
Bild 19: 3-Punkt-Ausgang

Die Periodendauer für den Ausgang heizen, T_+ , und die Periodendauer für den Ausgang kühlen, T_- , können getrennt voneinander eingestellt werden. Ebenso können die Verstärkungsfaktoren für die beiden Regler (heizen / kühlen) separat eingestellt werden. Die Nachstellzeit T_n (I-Anteil des Reglers) und die Vorhaltezeit T_v (D-Anteil des Reglers) sind für beide Regler gleich.

Überlappungsbereich

Bei Verwendung des 3-Punkt-PWM-Ausgangs ergeben sich, je nach Einstellung des Überlappungsbereichs, folgende Reglerverhalten im Bereich um den Sollwert.

Überlappungsbereich negativ (Totbereich)



Überlappungsbereich positiv (Überlappung)

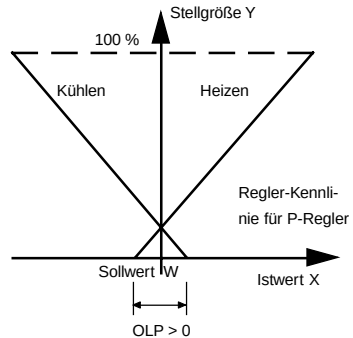


Bild 20: Überlappungsbereich beim 3-Punkt-PWM-Signal

Einstellbare Parameter:

- T+:** Periodendauer für das Schalten von Relais 1 (Heizen)
- T-:** Periodendauer für das Schalten von Relais 2 (Kühlen)
- Olp:** Überlappungsbereich (Heizen und Kühlen)

Funktionsblock 18: 3-Punkt-Schritt-Signal

Das 3-Punkt-Schritt-Signal kann zur Ansteuerung von motorisch angetriebenen Stellgliedern verwendet werden. T_y ist dabei die Zeit, die benötigt wird, um das Stellglied von einer Endposition in die andere zu fahren.

Einstellbare Parameter:

- Gt:** Getriebelose (Spiel des Getriebes beim Umschalten von vorwärts auf rückwärts)
- Xsd:** Unempfindlichkeitsbereich (Erläuterung siehe Kapitel 6.5.4)
- Ty:** Stellzeit (Motorlaufzeit)

Funktionsblock 19: 3-Punkt-Schritt-Signal mit externer Stellungsrückmeldung (Stellungsregelung)

Dieses Signal dient zur Ansteuerung von motorisch angetriebenen Stellgliedern, bei denen eine Stellungsrückmeldung über ein Potentiometer vorgesehen ist. Der Gesamtwiderstandswert des Rückmeldepotentiometers muß im Bereich von 1 k Ω bis 10 k Ω liegen.

Einstellbare Parameter:

Xsh: Schalthysterese

Xsd: Unempfindlichkeitsbereich

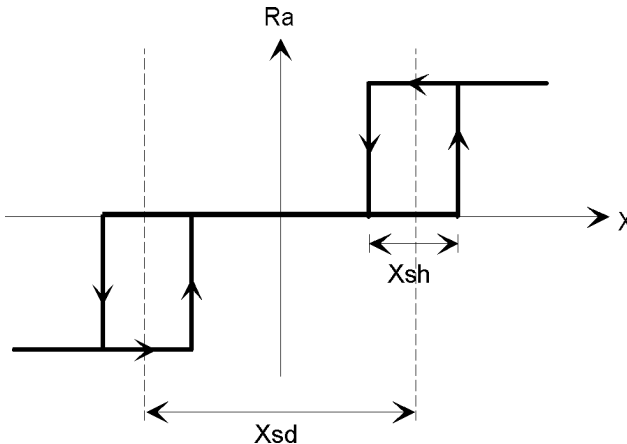


Bild 21: 3-Punkt-Schritt-Signal

Funktionsblock 20: PID-Regler 1

Bei diesem Funktionsblock handelt es sich um einen parametrierbaren PID-Regler, der als Hauptregler bei der Kaskadenregelung eingesetzt wird.

Einstellbare Parameter:

Kp: Verstärkungsfaktor

Tn: Nachstellzeit

Tv: Vorhaltzeit

Xtb: Totbereich

Y0: Arbeitspunkt

Funktionsblock 21: Stellgrößenbegrenzung

Über diesen Funktionsblock kann festgelegt werden, in welchem Bereich sich die Stellgröße des Reglers 1 bewegen darf.

Einstellbare Parameter:

Yo: maximaler Wert der Stellgröße
Yu: minimaler Wert der Stellgröße

Funktionsblock 22: Einstellen des Sollwertes W2

Einstellung des Sollwerts über die Tastatur des Reglers (Sollwert des unterlagerten Reglers bei Kaskadenregelung).

Funktionsblock 23: Filter am Eingang 2

Mit dem Filter können dem Meßsignal überlagerte Störsignale gedämpft werden. Das Filter ist als Tiefpaßfilter erster Ordnung ausgeführt (siehe Funktionsblock 1).

Einstellbare Parameter:

Fg2: Grenzfrequenz (- 3 dB) des Filters am Eingang 2.

Funktionsblock 24: Radizieren am Eingang 2

Diese Funktion dient der Radizierung des Meßsignals am Eingang 2 (siehe Funktionsblock 2).

Funktionsblock 25: Skalieren am Eingang 2

Funktion entsprechend Funktionsblock 3.

Einstellbare Parameter:

X2o: Oberer Skalierwert, wird dem maximalen Strom-, Spannungs- bzw. Frequenzwert zugeordnet.
X2u: Unterer Skalierwert, wird dem minimalen Strom-, Spannungs- bzw. Frequenzwert zugeordnet.

Funktionsblock 26: PDT1-Glied

Dieser Funktionsblock ist das Kompensationsglied bei der Störgrößenaufschaltung (vergl. Bild 7).

Einstellbare Parameter:

Kps: Verstärkungsfaktor
Tds: Vorhaltzeit
Ts: Zeitkonstante
X0: Arbeitspunkt

Funktionsblock 27: Multiplizierer

In diesem Funktionsblock wird durch Multiplikation der Prozeßgröße X2 mit dem Verhältnissollwert W1 die Führungsgröße $X1_{\text{Soll}}$ für die Verhältnisregelung gebildet (vergl. Bild 11).

Funktionsblock 28: Alarm, Verhältnis

Dieser Funktionsblock dient zur Alarmmeldung bei der Verhältnisregelung. Bei der Verhältnisregelung sind außer einem *Alarm, absolut*, der sich auf die Regelgröße X1 bezieht (vergl. Funktionsblock 8), zusätzlich alternativ folgende Alarmmeldungen möglich:

Alarm, Verhältnis absolut

Die Alarmrelais werden betätigt, wenn der Istwert des Verhältnisses von Regelgröße X1 zu Prozeßgröße X2 eine obere Grenze über- oder eine untere Grenze unterschreitet.

Alarm, Verhältnis relativ

Die Alarmrelais werden betätigt, wenn die Regeldifferenz des Verhältnisses einen oberen Grenzwert über- oder einen unteren Grenzwert unterschreitet.

Die Grenzwerte für eine Alarmmeldung sind hier also auf den Verhältnissollwert bezogen (relativ).

Einstellbare Parameter:

X1+: oberer Grenzwert für Alarmmeldung (Istwert Eingang 1)
X1-: unterer Grenzwert für Alarmmeldung (Istwert Eingang 1)
Xv+: oberer Grenzwert für Alarmmeldung (Istwert Verhältnis)
Xv-: unterer Grenzwert für Alarmmeldung (Istwert Verhältnis)
Hy: Schalthysterese

Funktionsblock 29: Wirkungssinn

Hier kann über Strukturschalter eingestellt werden, ob das Ausgangssignal Y1 des PID-Reglers 1 (Hauptregler bei Kaskadenregelung) mit positivem oder mit negativem Wirkungssinn genutzt werden soll. Bei positivem Wirkungssinn steigt das Ausgangssignal mit wachsender Regeldifferenz X_{d1} , bei negativem Wirkungssinn nimmt es ab (vergl. Funktionsblock 11).

Optionen:

Inv. nein:	positiver Wirkungssinn
Inv. ja :	negativer Wirkungssinn



6 **BEDIENUNG**

6.1 **Bedienebenen**

Der Regler besitzt die Betriebszustände HAND und AUTOMATIK.

Die Bedienung kann sowohl im Betriebszustand HAND als auch im Betriebszustand AUTOMATIK erfolgen. Sie ist in 3 Ebenen gegliedert:

- **Konfigurieren**

In der Konfigurierebene können konkrete Reglerstrukturen ausgewählt sowie die Ein- und Ausgänge an die anzuschließenden Sensoren und Aktoren angepaßt werden.

Es können zusätzlich alle Parametrierdaten eingegeben werden.

Der Regler befindet sich beim Konfigurieren immer im Betriebszustand HAND. Nach Beenden des Konfigurierens nimmt der Regler den Betriebszustand ein, den er vor dem Konfigurieren innehatte.

- **Parametrieren**

In der Parametrierebene können auf der Basis der gewählten Reglerstruktur die Reglerparameter eingegeben werden.

Es können keine Einstellungen vorgenommen werden, die die Reglerstruktur bzw. die Ein- und Ausgangstypen verändern.

Beim Umschalten in die Parametrierebene behält der Regler seinen Betriebszustand bei.

Wird für eine Dauer von 30 sec. keine Taste betätigt, wird der Parametriermodus verlassen. Alle bis dahin gemachten Eingaben werden übernommen.

- **Prozeßbedienen**

In der Prozeßbedienebene können Sollwert und Istwert der Regelgröße und die Stellgröße angezeigt werden.

Der Sollwert kann sowohl im Betriebszustand HAND als auch im Betriebszustand AUTOMATIK eingestellt werden. Im AUTO Betriebszustand kann durch das Einstellen des Sollwerts ein Selbstoptimierungsvorgang ausgelöst werden (siehe dazu Kapitel 7).

Die Stellgröße läßt sich dagegen nur im Betriebszustand HAND verändern.

Beim Einschalten des Reglers befindet man sich zunächst in der Ebene Prozeßbedienen. Von hier aus kann dann in die Bedienebenen Konfigurieren oder Parametrieren umgeschaltet werden (Siehe Abschn. 6.3, 6.5 und 6.6). Nach dem Einschalten nimmt das Gerät den Betriebszustand ein, den es vor dem Ausschalten innehatte.

Jede Bedienebene kann durch Eingabe einer vierstelligen Codenummer vor unbefugtem Zugriff geschützt werden. Die Codenummern können frei gewählt werden. Sie bewirken dann einen hierarchisch gegliederten Schutz. Die Eingabe der Codenummer für Konfigurieren berechtigt zur Nutzung aller drei Ebenen. Mit der Codenummer für Parametrieren erhält man Zugriff zu den Ebenen Parametrieren und



Prozeßbedienen. Mit der Codenummer für Prozeßbedienen kann man Bedienhandlungen in der Prozeßbedienebene ausführen. Mit einem fest einprogrammierten Mastercode, der ausgewählten Personen vorbehalten bleiben sollte, hat man unabhängig von bereits eingegebenen Codenummern Zugang zu allen drei Ebenen (vergl. Abschnitt 1).

6.2 Bedien- und Anzeigeelemente

Bild 22 zeigt die Frontseite des Reglers.

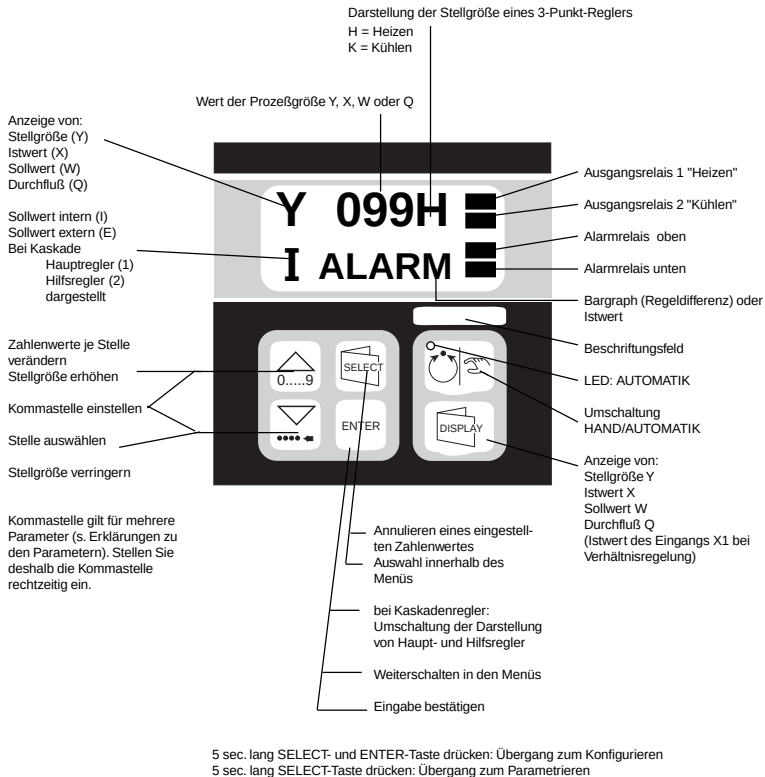


Bild 22: Bedien- und Anzeigeelemente des Reglers

In der unteren Hälfte der Frontplatte sind 6 Bedienelemente (Tasten) angeordnet. Die Funktion dieser Bedienelemente hängt von der Bedienebene ab (siehe Abschn. 6.3, 6.5 und 6.6).

In der oberen Hälfte befindet sich eine LCD-Klartextanzeige mit 2 Zeilen zu je 8 Zeichen. Die dort erscheinende Anzeige hängt ebenfalls von der Bedienebene ab, die gerade aktiv ist. Die im Bild 22 dargestellte Anzeige betrifft die Ebene Prozeßbedienen.



6.3 Prozeßbedienen

In der Prozeßbedienebene haben die 6 Bedienelemente die im Bild 23 angegebene Bedeutung.

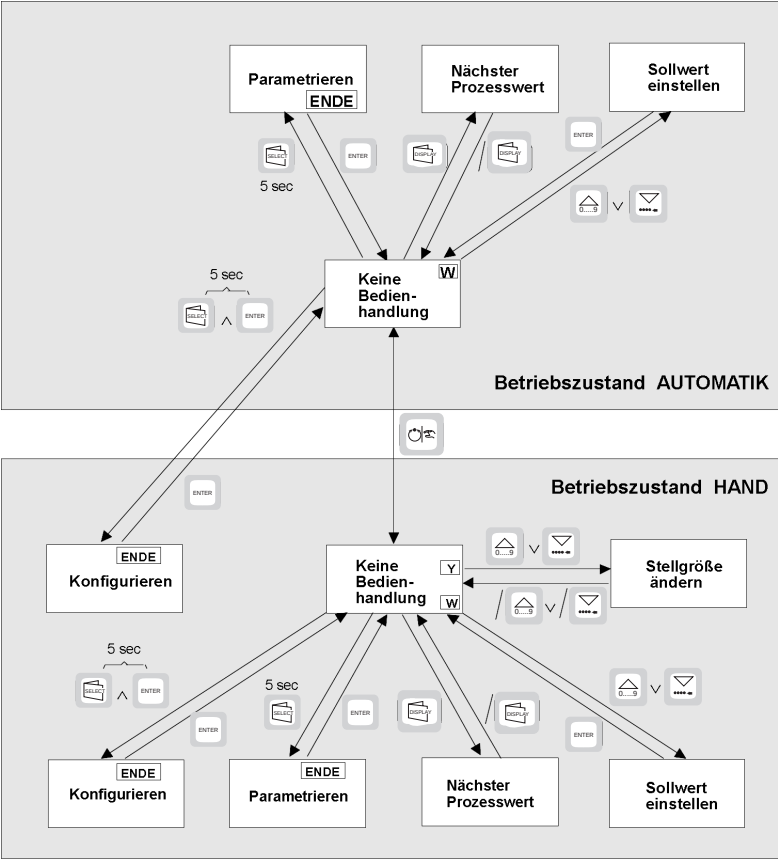
Bedienelemente	Bedeutung
 HAND/AUTO -Taste	Umschalten zwischen den Betriebszuständen HAND und AUTOMATIK. Der Zustand AUTOMATIK wird durch eine im Bedienelement angeordnete LED signalisiert
 DISPLAY-Taste	Umschalten zum nächsten Prozeßwert W : Sollwert X : Istwert der Regelgröße X1 (bzw. des Verhältnisses) Y : Stellgröße (Yh und Yk bei 3-Punkt-PWM-Signalen) Q : Durchfluß (Istwert des Eingangs X1 bei Verhältnisregelung)
 SELECT-Taste	Umschalten in die Parametrierebene durch Betätigung der Taste über 5 Sekunden
 ENTER-Taste	- Umschalten in den Konfiguriermodus durch gleichzeitiges Betätigen mit der SELECT- Taste über 5 Sekunden - Eingestellten Wert bestätigen
 Taste „Pfeil unten“	- Stellenauswahl beim Einstellen von Zahlenwerten - Wert der Stellgröße verringern (im Betriebszustand HAND), d.h. Spannung bzw. Strom verringern (bei Einheitssignalen) oder Pulsweite bei PWM-Signalen verringern - Relais 2 ein (Motor „Rückwärts“) bei 3-Punkt-Schritt-Signalen ohne externe Rückführung
 Taste „Pfeil oben“	- Zahlenwert ändern - Wert der Stellgröße vergrößern (im Betriebszustand HAND) d.h. Spannung bzw. Strom vergrößern (bei Einheitssignalen) oder Pulsweite bei PWM-Signalen vergrößern - Relais 1 ein (Motor „Vorwärts“) bei 3-Punkt-Schritt-Signalen ohne externe Rückführung

Bild 23: Bedeutung der Bedienelemente in der Ebene Prozeßbedienen



Bild 24 veranschaulicht die Bedeutung der Bedienelemente in der Ebene *Prozeß-bedienen* in Form eines Ablaufgraphen. Es wird davon ausgegangen, daß sich der Regler in einem der Betriebszustände HAND oder AUTOMATIK befindet. Das Umschalten zum nächsten Prozeßwert über die DISPLAY-Taste und das Einstellen des Sollwertes über die Tasten „Pfeil oben“ und „Pfeil unten“ kann sowohl im Betriebszustand HAND als auch im Betriebszustand AUTOMATIK erfolgen. Eine Änderung der Stellgröße ist nur im Betriebszustand HAND möglich.

deutsch



Erläuterungen:



Bild 24: Bedienstruktur und Bedienabläufe in der Ebene Prozeßbedienen



6.4 Einstellen von Zahlenwerten

Beim Sollwerteinstellen in der Ebene Prozeßbedienen, aber auch beim Parametrieren und beim Konfigurieren sind Zahlenwerte einzustellen. Das kann mit Hilfe der Tasten „Pfeil oben“ und „Pfeil unten“ durchgeführt werden. Bild 25 zeigt das Prinzip des Einstellens von Zahlenwerten am Beispiel der Nachstellzeit T_n eines Reglers.

Durch Drücken der Taste „Pfeil unten“ wird jeweils, beginnend von der niedrigsten Stelle, um eine Stelle nach links weitergeschaltet (Stellenauswahl). Die betreffende Stelle wird durch Blinken angezeigt. Mit der Taste „Pfeil oben“ kann der Wert der blinkenden Stelle von 0 bis 9 (höchste Stelle von -1 bis 9) verändert werden. Beim Drücken der Taste ENTER wird der eingestellte Zahlenwert übernommen. Wird nach dem Einstellen eines Zahlenwertes die SELECT-Taste betätigt, dann wird dieser Wert verworfen, und es erscheint wieder der ursprüngliche Zahlenwert in der Anzeige.

Durch gleichzeitiges Drücken der Tasten „Pfeil oben“ und „Pfeil unten“ wird das Komma jeweils um eine Stelle nach links verschoben. Die Verschiebung der Kommastelle ist aber nicht bei allen Zahlenwerten möglich.

Die Parameter lassen sich nur innerhalb der vorgeschriebenen Einstellbereiche einstellen (vergl. Abschn. 6.5.4). Wird ein Wert außerhalb des zulässigen Einstellbereichs eingegeben, so wird er beim Betätigen der ENTER-Taste auf die überschrittene Bereichsgrenze gesetzt.

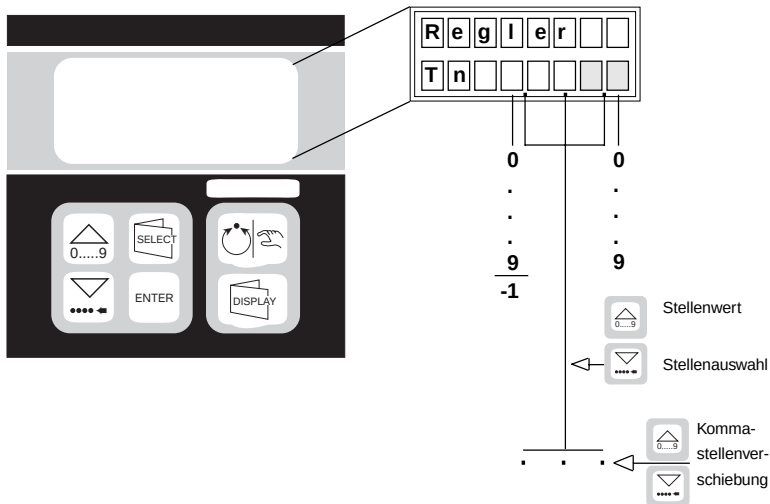


Bild 25: Einstellen von Zahlenwerten



6.5 Konfigurieren

6.5.1 Bedienung beim Konfigurieren

Zum Umschalten in die Bedienebene Konfigurieren sind die Tasten SELECT und ENTER 5 Sekunden lang gleichzeitig zu betätigen. Während des Konfigurierens befindet sich der Regler im Betriebszustand HAND (vergleiche Bild 24).

Nach Eintritt in die Ebene Konfigurieren erscheint im LCD-Anzeigefeld das Hauptmenü. Um diese Ebene wieder zu verlassen, ist im Hauptmenü mit der Taste SELECT der Menüpunkt ENDE auszuwählen und die Taste ENTER zu drücken. Danach kehrt der Regler in den Betriebszustand zurück, den er vor dem Konfigurieren innehatte. Sämtliche während des Konfigurierens vorgenommenen Einstellungen werden unmittelbar nach Verlassen der Konfigurierebene wirksam und nullspannungssicher in einem EEPROM abgelegt.

Innerhalb der Bedienebene Konfigurieren haben die Bedienelemente die im Bild 26 angegebene Bedeutung.

Bedienelemente	Bedeutung
 SELECT-Taste	• Weiterschalten zum nächsten Menüpunkt innerhalb eines Menüs
 ENTER-Taste	• Bestätigen des betreffenden Menüpunktes und Weiterschalten in das zugehörige Untermenü • Bestätigung eingestellter Zahlenwerte von Reglerparametern • Weiterschalten zum nächsten Parameter
 Taste „Pfeil unten“	• Stellenauswahl beim Einstellen von Zahlenwerten
 Taste „Pfeil oben“	• Zahlenwert einstellen

Bild 26: Bedeutung der Bedienelemente in der Bedienebene Konfigurieren



6.5.2 Hauptmenü der Bedienebene Konfigurieren

Das Hauptmenü der Bedienebene Konfigurieren umfaßt insgesamt folgende Menüpunkte:

- Struktur:**
 - Festlegen der Reglerstruktur
 - bei Kaskadenregelung:
 - Festlegen der Sollgrößenbegrenzung des Hauptreglers
 - bei Verhältnisregelung:
 - Festlegung des Anzeigebereichs für den Verhältniswert
 - Einstellung der Sollwertgrenzen
 - Festlegung des Alarmmodus
 - Festlegung der Alarmgrenzen auf den Verhältniswert
- Eingang 1:**
 - Festlegen des Eingangssignaltyps
 - Entscheidung über Einbeziehung der Wurzelfunktion
 - Festlegungen zur Skalierung
 - Festlegung des Alarmmodus und der Alarmgrenzen
 - Dimensionierung des Eingangsfilters
 - Einstellen der Sollwertgrenzen
- Eingang 2:**
 - Festlegen des Eingangssignaltyps
 - Entscheidung über Einbeziehung der Wurzelfunktion
 - Festlegungen zur Skalierung
 - Dimensionierung des Eingangsfilters
 - Bei Störgrößenaufschaltung: Einstellen der Parameter des PDT1-Gliedes (Funktionsblock 26 im Bild 8)
- Regler:**
 - Einstellen der Reglerparameter
- Ausgang:**
 - Festlegung des Ausgangssignaltyps
- Sicherheit:**
 - Einstellen des Sicherheitswertes für die Stellgröße.
Dieser Wert wird im Fall eines internen Fehlers, eines Fehlers am Reglereingang oder bei aktivem Binäreingang (Funktion: Sicherh) ausgegeben.
- Adaption:**
 - Auswahl verschiedener Optimierungsalgorithmen
- Zusätze:**
 - Auswahl der Sprache
 - Zuordnung des Binäreinganges
 - Zuordnung des Binärausganges
 - Einstellen der Rampe
 - Festlegungen zum Set-Point-Tracking
(Stoßfreies Umschalten von HAND nach AUTO)
 - Auswahl der Anzeigedarstellung in Zeile 2
 - Eingabe des Sicherheitscodes

Beim Konfigurieren muß immer als erstes über das Menü Struktur eine konkrete Reglerstruktur festgelegt werden. Die weiteren Menüs beziehen sich dann auf die gewählte Reglerstruktur.



Untermenü zum Hauptmenüpunkt Struktur

- Standard:** Standardregler für einschleifige Regelkreise, der 2. Reglereingang wird nicht verwendet.
- extern W:** Folgeregelung mit externem Sollwert (Führungsgröße), der 2. Reglereingang wird für die externe Sollwertvorgabe verwendet.
- Verhältn:** Verhältnisregelung, der 2. Reglereingang wird für die Prozeßgröße X2 verwendet.
- Störgröß:** Festwertregelung mit Störgrößenaufschaltung, der 2. Reglereingang wird zur Störgrößenaufschaltung verwendet.
- Kaskade:** Kaskadenregelung, der 2. Reglereingang wird zur Kaskadenregelung verwendet.



6.5.3 Konfiguriermenüs

In den Bildern 28 bis 32 sind die Konfiguriermenüs für die 5 möglichen Reglerstrukturen in Form von Ablaufdiagrammen dargestellt. Diese Ablaufdiagramme enthalten Selektionsblöcke und Spezifikationsblöcke.

Selektionsblöcke:

Hier kann aus einer Menge von Möglichkeiten (Optionen) eine ausgewählt werden. Die einzelnen Möglichkeiten sind in einem Selektionsblock jeweils nebeneinander aufgelistet (Schrift senkrecht). Die Auswahl einer Möglichkeit erfolgt durch Betätigen der SELECT-Taste. In den Selektionsblöcken ist dies durch einen waagerechten Pfeil dargestellt. Die Bestätigung einer Option und das Weiterschalten zum nächsten Block wird durch Drücken der ENTER-Taste bewirkt. Dies ist durch senkrechte Pfeile neben den Verbindungslinien zwischen den Blöcken gekennzeichnet.

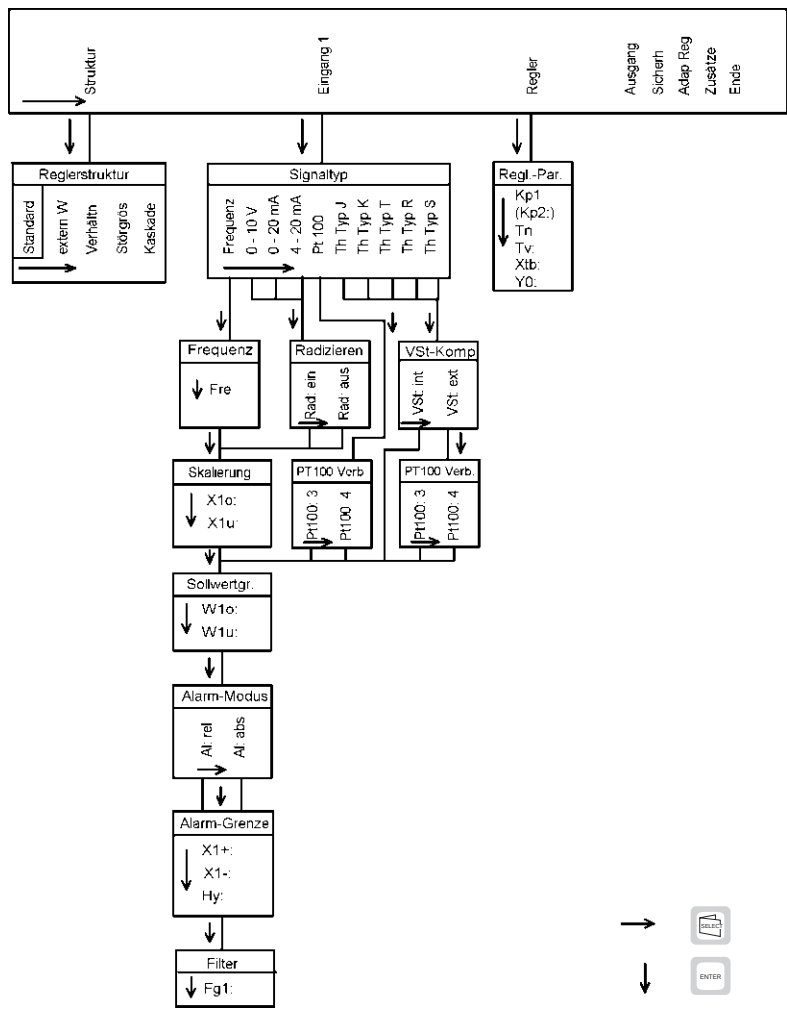
Spezifikationsblöcke:

Hier sind Zahlenwerte für Parameter festzulegen. Die einzelnen Parameter sind in einem Spezifikationsblock untereinander aufgelistet. Die Einstellung der Zahlenwerte erfolgt mit den Tasten „Pfeil oben“ und „Pfeil unten“ (siehe Abschn. 6.4). Das Bestätigen der eingestellten Zahlenwerte und das Weiterschalten zum nächsten Parameter wird durch Drücken der ENTER-Taste bewirkt. In den Spezifikationsblöcken ist dies durch einen senkrechten Pfeil dargestellt (siehe Bild 27). Vor dem Bestätigen und Weiterschalten durch die ENTER-Taste kann der eingestellte Wert durch Betätigen der SELECT-Taste verworfen werden (vergl. Abschn. 6.4).

Dargestellter Pfeil	Zu betätigende Taste
	
	

Bild 27: Bedeutung der Pfeile in den Konfiguriermenüs

Die in den folgenden Konfigurationsmenüs enthaltenen Angaben und Symbole werden in Abschnitt 6.5.4 erläutert.



deutsch

Bild 28a: Konfiguriermenü für die Struktur Standardregler (Teil 1)

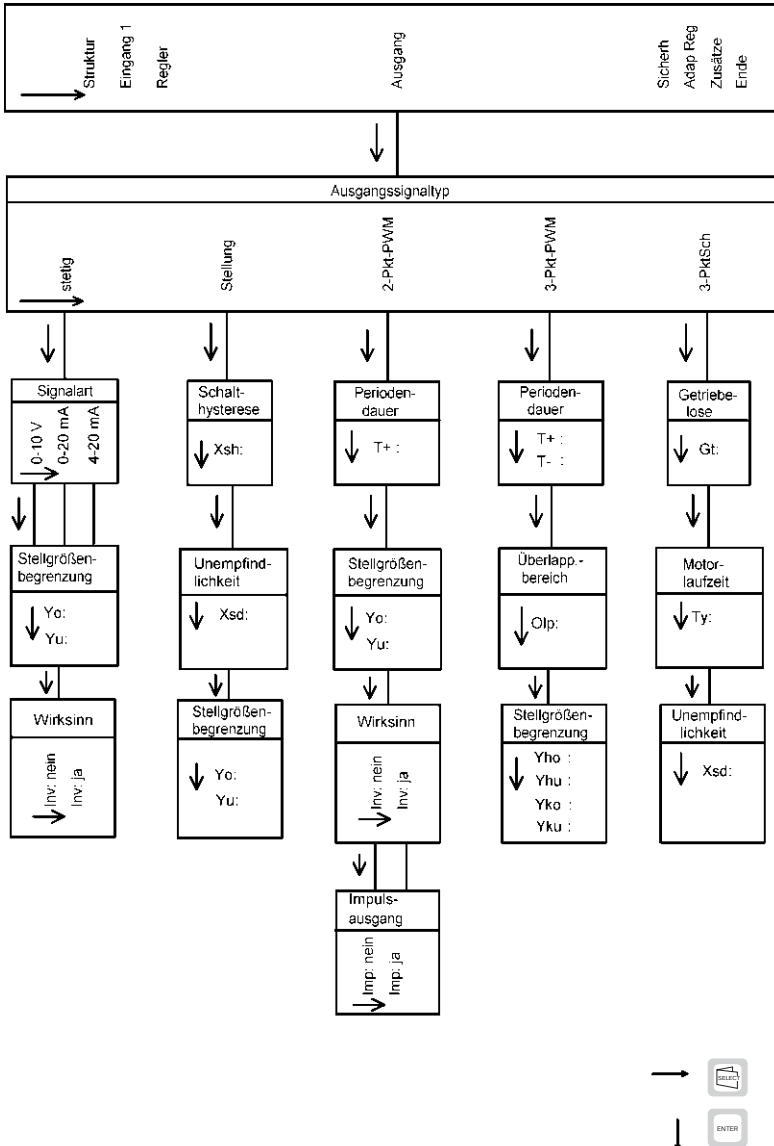


Bild 28 b: Konfigurierermenü für die Struktur Standardregler (Teil 2)

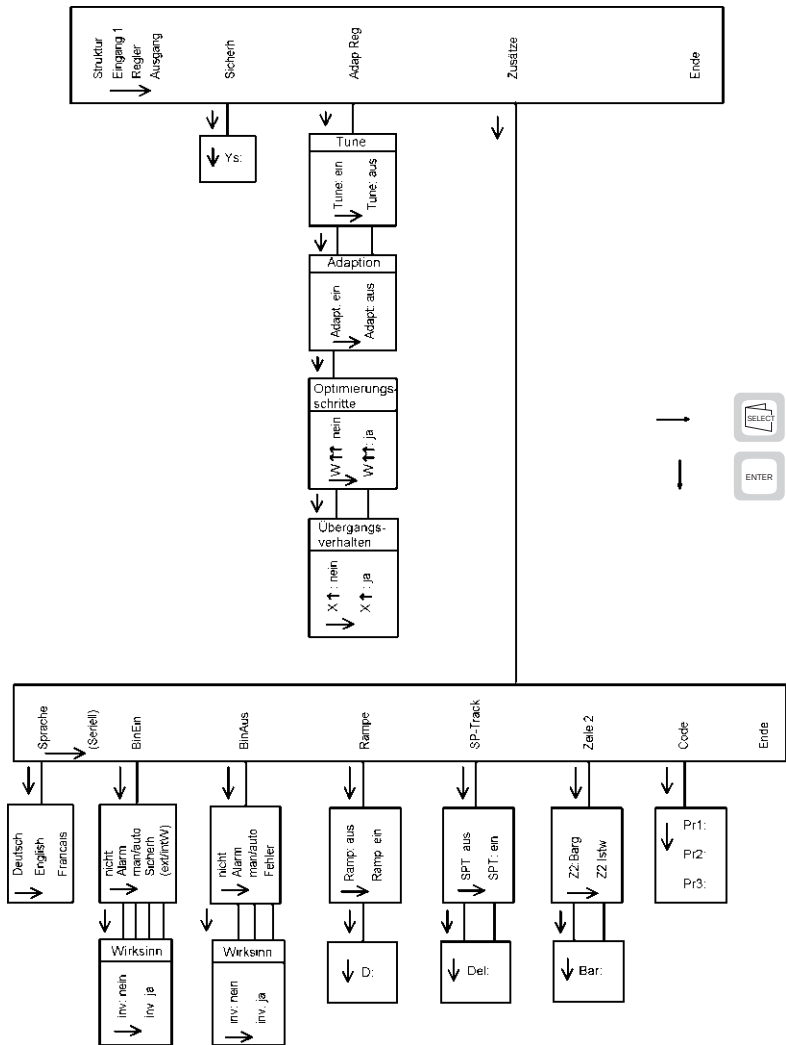


Bild 28 c: Konfigurationsmenü für die Struktur Standardregler (Teil 3)



HINWEIS

Der Menüpunkt **Seriell** erscheint nur bei eingesteckter Schnittstellenkarte (Option). Zur Erläuterung siehe Betriebsanleitung der Schnittstellenkarte.

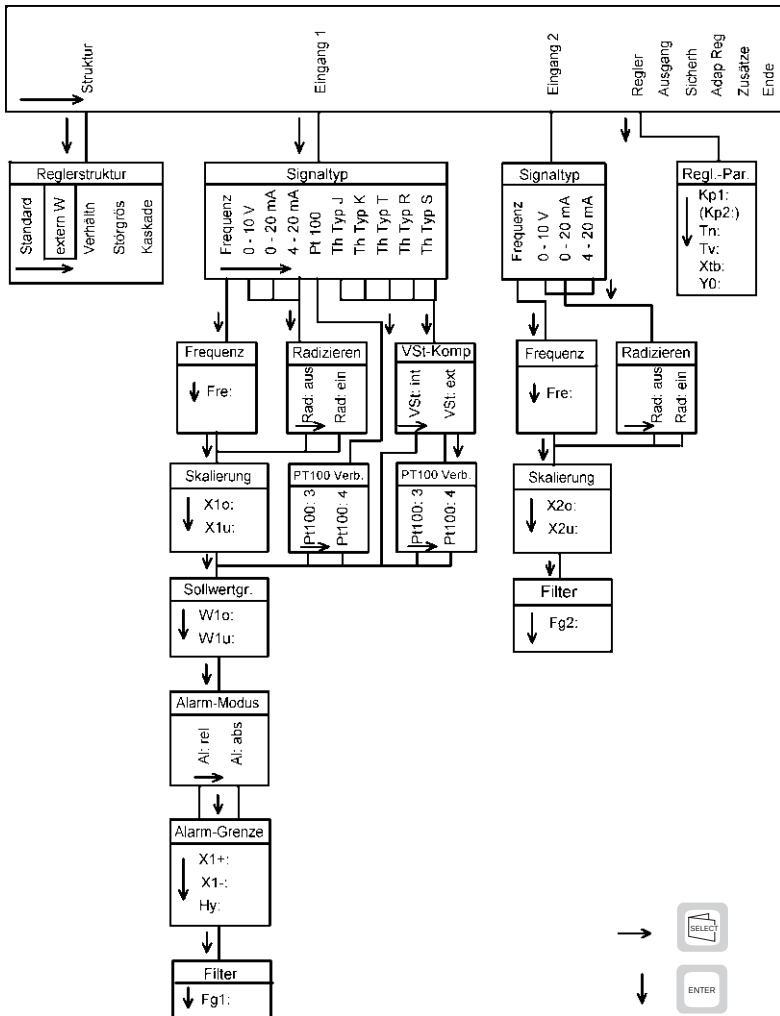
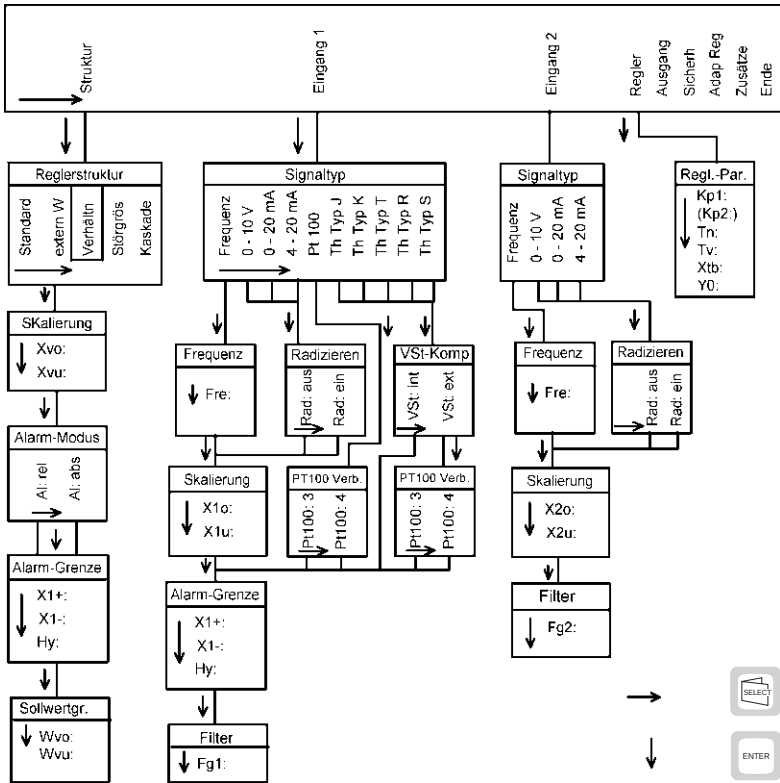


Bild 29: Konfiguriermenü für die Struktur Externer Sollwert

(Bezüglich der Menüpunkte *Ausgang*, *Sicherheitswert* und *Zusätze* siehe Bild 28b und Bild 28c)



deutsch

Bild 30: Konfiguriermenü für die Struktur Verhältnisregelung

(Bezüglich der Menüpunkte *Ausgang*, *Sicherheitswert* und *Zusätze* siehe Bild 28b und Bild 28c)

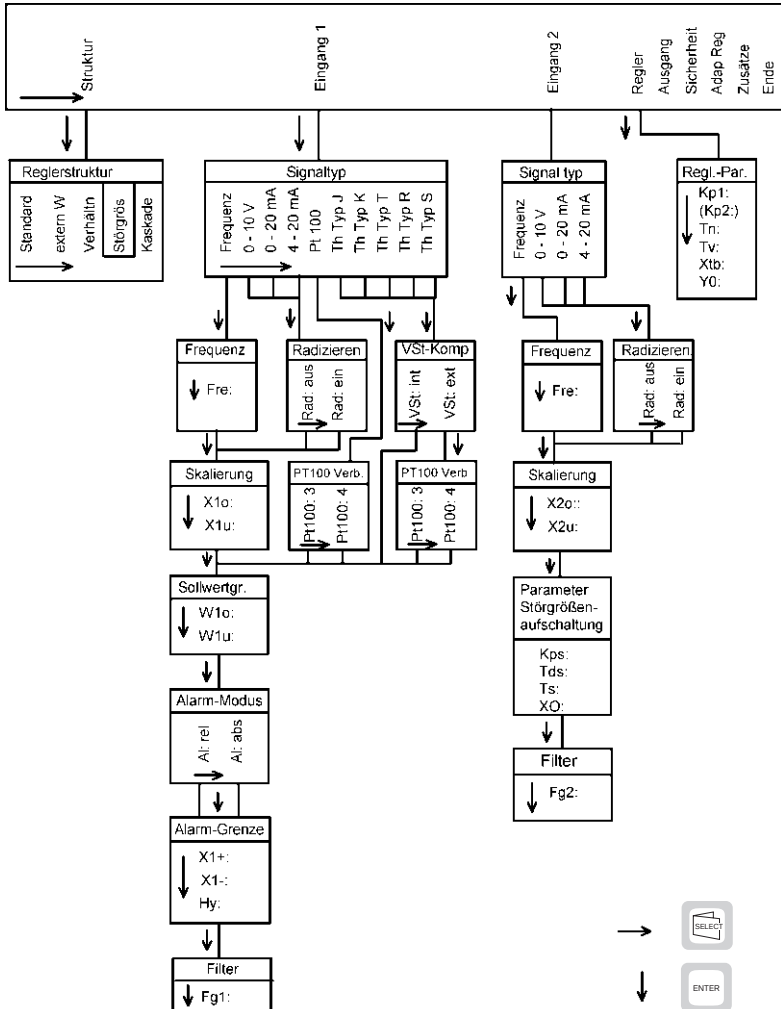


Bild 31: Konfigurierermenü für die Struktur Störgrößenaufschaltung

(Bezüglich der Menüpunkte *Ausgang*, *Sicherheitswert*, *Adaption* und *Zusätze* siehe Bild 28b und Bild 28c)

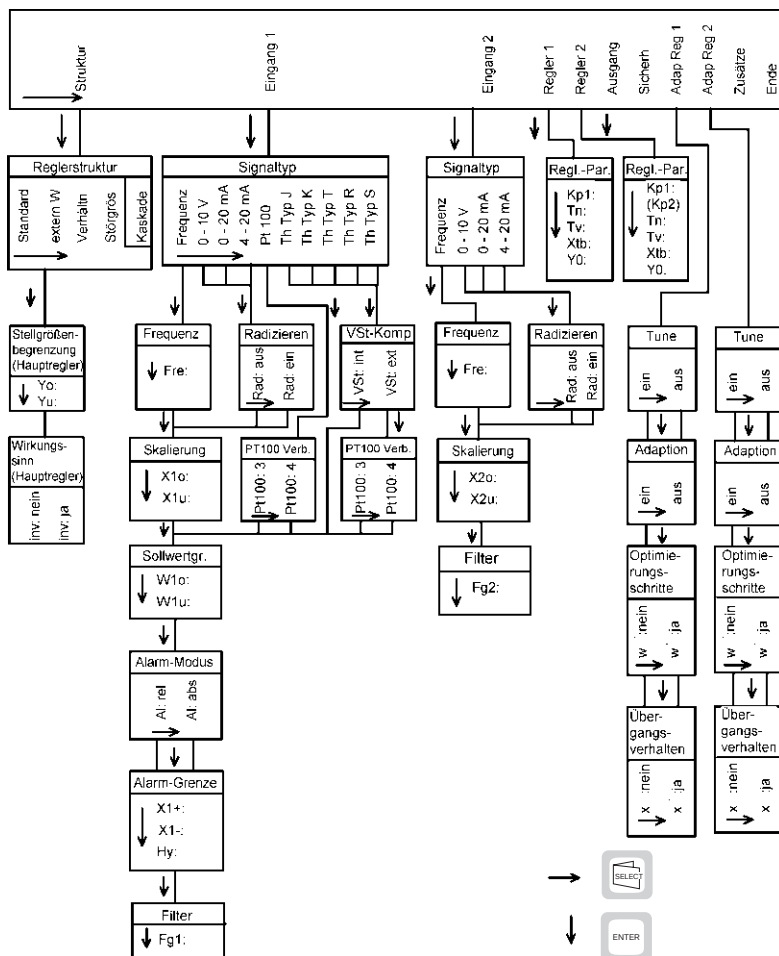


Bild 32: Konfigurierermenü für die Struktur Kaskadenregelung

(Bezüglich der Menüpunkte *Ausgang*, *Sicherheitswert* und *Zusätze* siehe Bild 28b und Bild 28c)



6.5.4 Bedeutung der Symbole in den Konfigurierermenüs

Untermenüs zum Hauptmenüpunkt Struktur

Verhältnisregelung

Skalieren

Xvo: Oberer Skalierwert für den Istwert des Verhältnisses von Regel- zu Prozeßgröße. Beim Einstellen von Xvo kann eine Kommastelle festgelegt werden, die dann auch für Xvu, Xv+, Xv-, Wvo und Wvu gilt. Weiterhin wird der Verhältnisistwert mit dieser Kommastelle angezeigt. Eingestellt wird hier der Anzeigebereich für den Verhältnisistwert. Liegt der Verhältnisistwert außerhalb dieses Bereichs, wird die überschrittene Bereichsgrenze (Xvo, Xvu) angezeigt. Die Sollwert- und Alarmgrenzen können in diesem Bereich eingestellt werden. Die Alarmhysterese bezieht sich ebenfalls auf diesen Bereich.

Einstellbereich: $0000 \leq Xvo \leq 9999$

Xvu: Unterer Skalierwert für das Verhältnis

Einstellbereich: $0000 \leq Xvu \leq Xvo$

Alarm-Modus

Al: abs Absolutalarm, der programmierte Alarm hat einen festen Bezug zum Skalierungsbereich.

Al: rel Relativalarm, der programmierte Alarm hat einen festen Bezug zum Verhältnis (*Alarm Verh.*).

Alarm-Grenze

Xv+: Obere Alarmgrenze, bezieht sich auf das Verhältnis.

Einstellbereich: $Xv- \leq Xv+ \leq Xvo$

Xv-: Untere Alarmgrenze, bezieht sich auf das Verhältnis.

Einstellbereich: $Xvu \leq Xv- \leq Xv+$

Hy: Alarmhysterese

Einstellbereich: $0.1 \leq Hy \leq 20,0$ (in % bezogen auf den Skalierungsbereich Xvu, Xvo)

Sollwertgrenzen

Wvo: Obere Begrenzung des Verhältnissollwertes.

Einstellbereich: $Wvu \leq Wvo \leq Xvo$

Wvu: Untere Begrenzung des Verhältnissollwertes.

Einstellbereich: $Xvu \leq Wvu \leq Wvo$



Kaskadenregelung

Stellgrößenbegrenzung (Hauptregler)

Yo: Obere Stellgrößenbegrenzung
Einstellbereich: $0 \leq Y_o \leq 100$ (in %)
Yu: Untere Stellgrößenbegrenzung
Einstellbereich: $0 \leq Y_u \leq Y_o$ (in %)

Wirkungssinn (Hauptregler)

Inv: nein Der Hauptregler (PID-Regler 1) arbeitet mit positivem Wirkungssinn.
Inv: ja Der Hauptregler (PID-Regler 1) arbeitet mit negativem Wirkungssinn.

Untermenüs zum Hauptmenüpunkt *EINGANG 1* (Reglereingang 1)

Signaltyp

Frequenz Eingang für frequenzanaloges Signal
0...10 V Eingang für Einheitssignal 0..10 V
0...20 mA Eingang für Einheitssignal 0..20 mA
4...20 mA Eingang für Einheitssignal 4..20 mA
Pt 100 Eingang zum Anschluß von Widerstandsthermometern Pt 100
Th Typ J }
Th Typ K }
Th Typ T } Eingang zum Anschluß von Thermoelementen
Th Typ R }
Th Typ S }

Radizieren

Diese Funktion wird nur bei Einheitssignalen angeboten.

Rad: aus Radizierfunktion ausgeschaltet
Rad: ein Radizierfunktion eingeschaltet

PT 100 Verbindung

Art des Anschlusses des Widerstandsthermometers PT 100

PT100 : 3 PT 100 ist über 3 Leitungen verbunden (3-Leitertechnik)
PT100 : 4 PT 100 ist über 4 Leitungen verbunden (4-Leitertechnik)

Wenn eine 3-Leiterverbindung gewählt wird, müssen die Klemmen 35 und 36 durch eine Drahtbrücke kurzgeschlossen werden (siehe Anschlußbelegung)



VSt-Komp

Vergleichsstellenkompensation (Diese Funktion wird nur bei Thermoelementen angeboten. Bei interner Kompensation muß das Thermoelement direkt oder mit Ausgleichsleitung bis an die Klemmen des Reglers geführt werden.)

- VSt: int** Verwendung des internen Sensors zur Vergleichsstellenkompensation. Der Temperatursensor ist an den Anschlußklemmen des Reglers angebracht.
- VSt: ext** Verwendung eines externen Pt 100 zur Vergleichsstellenkompensation. Der Pt 100 muß an der Stelle angebracht werden, wo das Thermoelement an die Verlängerungsleitung angeschlossen ist. Der Pt 100-Fühler wird dazu an die vorgesehenen Klemmen angeschlossen. Der Anschluß kann in 3- oder 4-Leiter-Technik erfolgen.

Frequenz

Frequenzanaloge Signale

- Fre:** Eingabe der maximalen Frequenz des angeschlossenen Sensors.
Einstellbereich: $5 \leq \text{Fre} \leq 1000$ (in Hz)

Skalieren

(Alle späteren Eingaben wie Alarmer, Sollwertgrenzen, beziehen sich auf die Skalierwerte. Bei Temperatursensoren entsprechen diese Werte den Meßbereichen der Sensoren siehe Kapitel 4.3)

- X1o:** Oberer Skalierwert, der den Einheitssignalen 20 mA bzw. 10 V oder der maximalen Frequenz des frequenzanalogen Signals zugeordnet wird. Beim Einstellen von X1o kann eine Kommastelle festgelegt werden, die dann auch für X1u, X1+, X1-, W1o und W1u gilt.
Einstellbereich: $-1999 \leq X1o \leq 9999$

Wird bei dieser Einstellung der untere Skalierungswert unterschritten, so wird der untere gleich dem oberen Skalierungswert gesetzt.

- X1u:** Unterer Skalierwert, der den Einheitssignalen 0 mA, 4 mA bzw. 0 V oder dem frequenzanalogen Signal 0 Hz zugeordnet wird.
Einstellbereich: $-1999 \leq X1u \leq X1o$

Sollwertgrenzen

- W1o:** Obere Sollwertgrenze
Einstellbereich: $W1u \leq W1o \leq X1o$

- W1u:** Untere Sollwertgrenze
Einstellbereich: $X1u \leq W1u \leq W1o$



Alarm-Modus

- Al: abs* Absolutalarm. Der programmierte Alarm definiert eine absolute Schaltschwelle innerhalb des Skalierungsbereichs.
- Al: rel* Relativalarm. Der programmierte Alarm definiert den Abstand der Schaltschwelle zum Sollwert.

Alarm-Grenze

- X1+:* Obere Alarmgrenze
Einstellbereich: $X1- \leq X1 \leq X1o$
- X1-:* Untere Alarmgrenze
Einstellbereich: $X1u \leq X1 \leq X1+$
- Hy:* Alarmhysterese
Einstellbereich: $0,1 \leq Hy \leq 20,0$ (in %, bezogen auf den Skalierungsbereich $X1u$, $X1o$ bzw. falls dieser nicht einstellbar ist auf den Meßbereichsumfang)

Filter 1

Mit dem Filter können dem Meßsignal überlagerte Störsignale gedämpft werden. Das Filter ist als Tiefpaß erster Ordnung ausgeführt.

- Fg1:* Grenzfrequenz (-3 dB) des Eingangsfilters 1
Einstellbereich: $0,1 \leq Fg1 \leq 20,0$ (in Hz)
- 0,1 Hz: starke Dämpfung (Zeitkonstante = 1,6 sec)
- 20 Hz: schwache Dämpfung (Zeitkonstante = 0,01 sec)

Untermenüs zum Hauptmenüpunkt *Eingang 2*

Signaltyp

- Frequenz* Eingang für frequenzanaloges Signal
- 0 ... 10 V* Eingang für Einheitssignal 0 .. 10 V
- 0 ... 20 mA* Eingang für Einheitssignal 0 .. 20 mA
- 4 ... 20 mA* Eingang für Einheitssignal 4 .. 20 mA

Radizieren

- Rad: aus* Radizierfunktion ausgeschaltet
- Rad: ein* Radizierfunktion eingeschaltet



Skalieren

X2o: Oberer Skalierwert
Einstellbereich: $-1999 \leq X2o \leq 9999$

Beim Einstellen von X2o kann eine Kommastelle festgelegt werden, die dann auch für X2u und X0 gilt. Wird bei dieser Einstellung der untere Skalierungswert X2u unterschritten, so wird der untere gleich dem oberen Skalierungswert gesetzt.

X2u: Unterer Skalierwert
Einstellbereich: $-1999 \leq X2u \leq X2o$

Störgrößenaufschaltung

(Gilt nur für die Struktur *Störgrößenaufschaltung*)

Kps: Verstärkungsfaktor des PDT1-Gliedes
Einstellbereich: $-999,0 \leq Kps \leq 999,9$

Tds: Vorhaltezeit des PDT1-Gliedes
Einstellbereich: $-1999 \leq Tds \leq 9999$ (in sec.)

Ts: Zeitkonstante des PDT1-Gliedes
Einstellbereich: $0 \leq Ts \leq 9999$ (in sec.)

X0: Arbeitspunkt
Einstellbereich: $X2u \leq X0 \leq X2o$

Filter 2

Fg2: Grenzfrequenz (-3 dB) des Filters am Eingang 2
Einstellbereich: $0,1 \leq Fg2 \leq 20,0$ (in Hz)
0,1 Hz: starke Dämpfung (Zeitkonstante = 1,6 sec)
20 Hz: schwache Dämpfung (Zeitkonstante = 0,01 sec)

Untermenü zum Hauptmenüpunkt *Regler 1*

(Nur bei Struktur *Kaskadenregelung*)

RPar 1

Reglerparameter des Hauptreglers bei Kaskadenregelung

Kp1: Verstärkungsfaktor
Einstellbereich: $0,001 \leq Kp1 \leq 999,9$

Tn: Nachstellzeit
Einstellbereich: $0,4 \leq Tn \leq 9999$ (in sec.)
Bei der Einstellung 9999 ist der I-Anteil des Reglers abgeschaltet (P oder PD Regler)



<i>Tv:</i>	Vorhaltezeit Einstellbereich: $0,0 \leq Tv \leq 9999$ (in sec.) Bei der Einstellung 0 ist der D-Anteil des Reglers abgeschaltet (P oder PI-Regler)
<i>Xtb:</i>	Totbereich um den Sollwert. In diesem Bereich reagiert der PID-Regler nicht auf Änderungen der Regelgröße. Einstellbereich: $0,001 \leq Xtb \leq 10$ (in %) (bezieht sich auf den Skalierungsbereich X1o, X1u)
<i>Y0:</i>	Arbeitspunkt des Reglers Einstellbereich: $Yu \leq Y0 \leq Yo$ (in %, bezogen auf die Stellgröße)

Untermenü zum Hauptmenüpunkt *Regler / Regler 2*

Rpar 2

Reglerparameter des Einfachreglers bzw.
Reglerparameter des untergelagerten Reglers bei Kaskadenregelung

<i>Kp1:</i>	Verstärkungsfaktor 1 Einstellbereich: $0,001 \leq Kp1 \leq 999,9$ (Bei einem 3-Punkt-PWM-Signal bezieht sich Kp1 nur auf das Ausgangsrelais 1 (Heizen))
<i>Kp2:</i>	Verstärkungsfaktor 2 Einstellbereich: $0,001 \leq Kp2 \leq 999,9$ (Kp2 gilt nur für 3-Punkt-PWM-Signale und bezieht sich auf das Ausgangsrelais 2 (Kühlen))
<i>Tn:</i>	Nachstellzeit Einstellbereich: $0,4 \leq Tn \leq 9999$ (in sec.) Bei Einstellung 9999 ist der I-Anteil des Reglers abgeschaltet (P oder PD-Regler)
<i>Tv:</i>	Vorhaltzeit Einstellbereich: $0,0 \leq Tv \leq 9999$ (in sec.) Bei Einstellung 0 ist der D-Anteil des Reglers abgeschaltet (P oder PI-Regler)



Xtb: Totbereich um den Sollwert. In diesem Bereich reagiert der PID-Regler nicht auf Änderungen der Regelgröße.
Einstellbereich: $0,001 \leq Xtb \leq 10$ (in %)
(bezieht sich auf den Skalierungsbereich X1o, X1u bei Einfachreglern und X2o, X2u bei Kaskadenregelung)

Y0: Arbeitspunkt des Reglers
Einstellbereich: $Y_u \leq Y_0 \leq Y_o$ (in % bezogen auf die Stellgröße)

In den Verstärkungsfaktor Kp des Reglers geht der Skalierbereich, d.h. die Differenz Ds von oberem Skalierwert X1o und unterem Skalierwert X1u, ein. Soll bei einer Änderung der Skalierwerte der gleiche Verstärkungsfaktor, bezogen auf die physikalischen Ein- und Ausgangsgrößen, erzielt werden, so ist der Proportionalbeiwert wie folgt umzurechnen:

$$Kp^* = Kp \frac{Ds}{Ds^*}$$

Dabei bedeuten:

Kp*: neuer Verstärkungsfaktor

Kp: alter Verstärkungsfaktor

Ds*: neue Differenz von oberem und unterem Skalierwert ($X^*1o - X^*1u$)

Ds: alte Differenz von oberem und unterem Skalierwert ($X1o - X1u$)

Untermenüs zum Hauptmenüpunkt *Ausgang*

stetig

(stetiger Ausgang)

Signaltyp

0 - 10 V	Einheitssignal 0 - 10 V
0 - 20 mA	Einheitssignal 0 - 20 mA
4 - 20 mA	Einheitssignal 4 - 20 mA

Stellgrößenbegrenzung

Yo: obere Stellgrößenbegrenzung
Einstellbereich: $Y_u \leq Y_o \leq 100$ (in % bezogen auf die Stellgröße)

Yu: untere Stellgrößenbegrenzung
Einstellbereich: $0 \leq Y_u \leq Y_o$ (in % bezogen auf die Stellgröße)

Wirkungssinn

inv: nein Ausgang arbeitet mit positivem Wirkungssinn

inv: ja Ausgang arbeitet mit negativem Wirkungssinn



2-Pkt-PWM (2-Punkt-PWM-Signal)

Periodendauer

T+: Periodendauer des PWM-Signals
(bezieht sich auf das Relais 1)
Einstellbereich: $1 \leq T+ \leq 999,9$ (in sec.)

Stellgrößenbegrenzung

Yo: obere Stellgrößenbegrenzung
Einstellbereich: $0 \leq Yo \leq 100$ (in % bezogen auf die
Periodendauer des PWM-Ausgangs T+)

Yu: untere Stellgrößenbegrenzung
Einstellbereich: $0 \leq Yu \leq Yo$ (in % bezogen auf die
Periodendauer des PWM-Ausgangs T+)

Die obere Stellgrößenbegrenzung legt die maximale Einschaltdauer, die untere Stellgrößenbegrenzung die minimale Einschaltdauer des Ausgangsrelais 1 fest. Die Eingabe der Einschaltdauer erfolgt prozentual zur Periodendauer.

Wirkungssinn

Inv: nein Ausgang arbeitet mit positivem Wirkungssinn
Inv: ja Ausgang arbeitet mit negativem Wirkungssinn

Impulsausgang

Mit dieser Funktion ist es möglich, ein Impulsventil anzusteuern.
(Relais 1 steuert die Anzugswicklung, Relais 2 steuert die Abwurfwicklung)

Imp: nein Impulsventil wird nicht verwendet
Imp: ja Impulsventil wird verwendet

3-Pkt-PWM (3-Punkt-PWM-Signal)

Periodendauer

T+: Periodendauer des PWM-Signals für "Heizen" (Relais 1)
Einstellbereich: $1 \leq T+ \leq 999,9$ (in sec.)

T-: Periodendauer des PWM-Signals für "Kühlen" (Relais 2)
Einstellbereich: $1 \leq T- \leq 999,9$ (in sec.)



Überlappungsbereich

Olp: Überlappungsbereich der Signale für "Heizen" und "Kühlen"

Einstellbereich: $|X_u| < |X_o| : -|X_o| \leq Olp \leq |X_o|$
 $|X_o| < |X_u| : -|X_u| \leq Olp \leq |X_u|$

$|X_u|$: Betrag des unteren Skalierungswertes

$|X_o|$: Betrag des oberen Skalierungswertes

Stellgrößenbegrenzung

Yho: obere Stellgrößenbegrenzung "Heizen" (Relais 1)

Einstellbereich: $Yhu \leq Yho \leq 100.0$ (in % bezogen auf die
Periodendauer des PWM-Ausgangs
Heizen T+)

Yhu: untere Stellgrößenbegrenzung "Heizen" (Relais 1)

Einstellbereich: $0,0 \leq Yhu \leq Yho$ (in % bezogen auf die
Periodendauer des PWM-Ausgangs
Heizen T+)

Yko: obere Stellgrößenbegrenzung "Kühlen" (Relais 2)

Einstellbereich: $Yku \leq Yko \leq 0.0$ (in % bezogen auf die
Periodendauer des PWM-Ausgangs
Kühlen T-)

Yku: untere Stellgrößenbegrenzung "Kühlen" (Relais 2)

Einstellbereich: $-100,0 \leq Yku \leq Yko$ (in % bezogen auf die
Periodendauer des PWM-Ausgangs
Kühlen T-)

Die obere Stellgrößenbegrenzung *Yho* legt die maximale Einschaltdauer, die untere Stellgrößenbegrenzung *Yhu* die minimale Einschaltdauer des Ausgangsrelais 1 fest. Die Eingabe der Einschaltdauer erfolgt prozentual zur Periodendauer T+. Die untere Stellgrößenbegrenzung *Yku* legt die maximale Einschaltdauer, die obere Stellgrößenbegrenzung *Yko* die minimale Einschaltdauer des Ausgangsrelais 2 fest. Die Eingabe der Einschaltdauern erfolgt prozentual zur Periodendauer T-.

3-Pkt-Sch (3-Punkt-Schritt-Signal)

Getriebelose

Gt: Getriebelose bei Richtungsumkehr

Einstellbereich: $0,0 \leq Gt \leq 10,0$
(Eingabe prozentual zur Motorlaufzeit Ty)

Motorlaufzeit

Ty: Laufzeit von einer Endposition zur anderen

Einstellbereich: $1,0 \leq Ty \leq 999,9$ (in sec.)



Unempfindlichkeit

Xsd: In diesem Bereich ist keines der Ausgangsrelais aktiv.
Die Änderung der Stellgröße muß den hier eingestellten Wert überschreiten, damit der angeschlossene Motorantrieb betätigt wird.
Einstellbereich: $0,4 \leq Xsd \leq 20,0$
(Eingabe prozentual zur Motorlaufzeit T_y)

Stellung

(3-Punkt-Schritt-Signal mit externer Rückführung zur Stellungsregelung)

Unempfindlichkeitsbereich

Xsd: Unempfindlichkeitsbereich zwischen den beiden Schaltkennlinien
Einstellbereich: $0,2 \leq Xsd \leq 20,0$ (in % bezogen auf die Stellgröße)

Der Unempfindlichkeitsbereich definiert einen Stellgrößenbereich, in dem keines der beiden Ausgangsrelais, die den Motor ansteuern, betätigt wird. Dieser Stellgrößenbereich muß überschritten werden, um eine Drehrichtungsumkehr des Antriebs zu erhalten.

Schalthysterese

Xsh: Schalthysterese der Relais.
Die Schalthysterese definiert die Entfernung zwischen dem Ein- und Ausschaltpunkt eines Ausgangsrelais.
Einstellbereich: $0,1 \leq Xsh \leq 10,0$ (in % bezogen auf die Stellgröße)
Bedingung: $Xsh \leq 0,5 Xsd$

Stellgrößenbegrenzung

Yo: obere Stellgrößenbegrenzung
Einstellbereich: $Y_u \leq Y_o \leq 100,0$ (in % bezogen auf die Stellgröße)

Yu: untere Stellgrößenbegrenzung
Einstellbereich: $0 \leq Y_u \leq Y_o$ (in % bezogen auf die Stellgröße)



Untermenü zum Hauptmenüpunkt SICHERH (Sicherheitswert)

Ys: Sicherheitswert für die Stellgröße
Er wird ausgegeben, wenn eines der folgenden Ereignisse eintritt:

- Fehler am Eingang
- interner Fehler
- Binäreingang wird aktiv und ist für die Ausgabe des Sicherheitswertes konfiguriert.

Einstellbereich: $Y_u \leq Y_s \leq Y_o$ (in %)

bei 3-Punkt-Ausgang: $Y_{ku} \leq Y_s \leq Y_{ko}$ oder
 $Y_{hu} \leq Y_s \leq Y_{ho}$ (in %)

Untermenü zum Hauptmenü Adap Reg

Tune

Funktion zur Selbstoptimierung der Reglerparameter durch Selbsteinstellung (siehe Abschn. 7) bei Verwendung eines Ausgangs für Einheitssignale-, 2-Punkt-PWM-Signale und 3-Punkt-PWM-Signale.

Tune: ein Die Selbsteinstellung erfolgt nach einer Sollwertänderung.
Tune: aus Die Funktion *Tune* wird nicht verwendet.

Adaption

Funktion zur Selbstoptimierung der Reglerparameter durch Adaption (s. Abschn. 7) bei Verwendung eines Ausgangs für Einheits- und 3-Punkt-Schritt-Signale.

Adapt: ein Die Adaption erfolgt nach Sollwertänderung.
Adapt: aus Die Adaption wird nicht durchgeführt.

Optimierungsschritte

$W\uparrow\uparrow$: *nein* Ein neu eingegebener Sollwert wird in einem Schritt angefahren.
 $W\uparrow\uparrow$: *ja* Ein neu eingegebener Sollwert wird in mehreren Schritten angefahren (maximal 5 Sollwertschritte). In jedem Schritt erfolgt eine Optimierung der Reglerparameter.

Übergangsverhalten

$X\uparrow$: *nein* Es wird eine Optimierung auf aperiodisches Übergangsverhalten ohne Überschwingung der Regelgröße vorgenommen. Dies führt zu einer entsprechend längeren Anregelzeit (siehe Abschn. 7).
 $X\uparrow$: *ja* Es wird eine Optimierung auf kürzeste Anregelzeit mit ca. 5 % Überschwingen vorgenommen.



Untermenüs zum Hauptmenü ZUSÄTZE

Sprache

Festlegung der Dialogsprache

- Deutsch
- Englisch
- Französisch

Seriell

Dieser Menüpunkt erscheint nur, wenn die Schnittstellenkarte RS 232, RS 485/Profibus eingebaut ist, (siehe Bedienungsanleitung zur seriellen Schnittstellenkarte RS 232, RS 485/Profibus).

BinEin

Festlegung der Funktion des Binäreinganges

<i>nicht</i>	nicht in Betrieb
<i>Alarm</i>	Über den Binäreingang wird das Alarmrelais 1 geschaltet.
<i>man/auto</i>	Über den Binäreingang wird zwischen HAND und AUTOMATIK geschaltet.
<i>Sicherh</i>	Über den Binäreingang wird der Sicherheitswert ausgegeben. (Regler schaltet in den Zustand HAND.) In diesem Zustand kann die Stellgröße nicht verstellt werden.
<i>ext/intW</i>	Über den Binäreingang kann zwischen externem Sollwert (Sollwert der als elektrisches Signal über den 2. Reglereingang vorgegeben wird) und internem Sollwert (Sollwert der über die Tastatur des Geräts vorgegeben wird) umgeschaltet werden. Dieser Menüpunkt ist nur bei der Reglerstruktur "externer Sollwert" verfügbar.

Wirkungssinn

<i>inv: nein</i>	nichtinvertierter Wirkungssinn
<i>inv: ja</i>	invertierter Wirkungssinn



BinAus

Festlegung der Funktion des Binärausgangs

<i>nicht</i>	nicht aktiv
<i>Alarm</i>	Ausgang aktiv, wenn Alarm aufgetreten ist
<i>man/auto</i>	Ausgang aktiv bei HAND-Betriebsstart
<i>Fehler</i>	Ausgang aktiv, wenn einer der folgenden Fehler aufgetreten ist: • Eingangsfehler • Ausgangsfehler • interner Fehler

Rampe

Festlegung der Parameter für die Sollwertrampe

<i>aus:</i>	Sollwertrampe nicht aktiv
<i>ein:</i>	Sollwertrampe aktiv. Ein eingegebener Sollwert wird über die Sollwertrampe angefahren.
<i>D:</i>	Steigung der Sollwertrampe Einstellbereich: $0 \leq D \leq 999$ (Sollwertänderung pro Minute)

Die Sollwertrampe und die Tune- bzw. die Adaptionfunktion (bei Kaskadenregelung die Adaption des Hauptreglers) können nicht gleichzeitig ausgeführt werden. Wird in der Konfigurier- oder Parametrierebene die Rampenfunktion eingeschaltet, so wird in den Menüs AdapReg bzw. AdapReg 1 automatisch Tune und Adaption ausgeschaltet. Andererseits bewirkt ein Einschalten von Tune oder Adaption in der Konfigurier- oder Parametrierebene, daß die Rampenfunktion ausgeschaltet wird. Die zuletzt aktivierte Funktion (Tune bzw. Adaption oder Rampe) hat also Vorrang.

SP-Track

Festlegung der Parameter für Set-Point-Tracking

<i>SPT: aus</i>	Sollwertnachführung nicht in Betrieb
<i>SPT: ein</i>	Sollwertnachführung ist eingeschaltet (Stoßfreies Umschalten zwischen Betriebszustand HAND und AUTOMATIK)
<i>Del:</i>	Steigung der Rampe der Sollwertnachführung Einstellbereich: $0 \leq Del \leq 9999$ (Sollwertänderung pro Minute)



Zeile 2

Auswahl der Darstellung in Zeile 2

<i>Z2: Barg</i>	Die Regeldifferenz wird als Bargraph dargestellt.
<i>Z2: Istw</i>	Der Istwert wird angezeigt.
<i>Bar:</i>	Anzeigebereich für den Bargraphen (Angaben in %, bezogen auf Eingangsmessbereich bzw. Skalierungsbereich X1u...X1o bzw. X2u...X2o)

Code

Schutz gegen unberechtigten Bedieneingriff (Benutzercode)

<i>Pr1:</i>	Schutzcode für Konfigurieren
<i>Pr2:</i>	Schutzcode für Parametrieren
<i>Pr3:</i>	Schutzcode für Prozeßbedienung

Ende *

Ende des Menüs *Zusätze* (Hier kann dieses Menü verlassen werden.)
(*: Softwareversion)

Ende *

Ende des Hauptmenüs *Konfigurieren* (Hier kann dieses Menü verlassen werden.)
(*: Softwareversion)



6.6 Parametrieren

6.6.1 Bedienung beim Parametrieren

Zum Umschalten in die Bedienebene *Parametrieren* ist die Taste SELECT 5 Sekunden zu drücken. Wenn gerade eine Selbstoptimierung (Tune, Adaption) durchgeführt wird, kann nicht in die Parametrierebene umgeschaltet werden (Abbrechen einer Selbstoptimierung siehe Abschn. 7.6, Prozeßbedienebene).

Die Parametrieremenüs bilden eine Teilmenge des Konfigurieremenüs. In den Parametrieremenüs werden nur Parameter und Optionen angeboten, durch die die gewählte Reglerstruktur nicht verändert wird. Es besteht kein Zugriff auf alle Konfigurationsdaten.

Während des Parametrierens bleibt der Regler in dem Zustand, den er vor Eintritt in die Bedienebene *Parametrieren* innehatte (vergl. Bild 18).

Verlassen wird die Bedienebene *Parametrieren*, wenn

- im Parmetrieremenü der Menüpunkt ENDE ausgewählt und die ENTER-Taste betätigt wird oder
- 30 Sekunden lang keine Taste betätigt wurde.

Der Regler befindet sich dann wieder in der Ebene *Prozeßbedienen*. Alle bis zu diesem Zeitpunkt vollzogenen Einstellungen werden übernommen.

Innerhalb der Bedienebene *Parametrieren* haben die Bedienelemente die gleiche Bedeutung wie in der Bedienebene *Konfigurieren* (vergl. Bild 20).

6.6.2 Parametrieremenüs

Die Parametrieremenüs für die einzelnen Reglerstrukturen sind in den Bildern 27 bis 31 in Form von Ablaufdiagrammen dargestellt. Sie enthalten jeweils die folgenden Hauptpunkte:

- *Regler 1* (nur bei *Kaskadenregelung*)
- *Regler* bzw. *Regler 2*
- *Alarm*
- *GrenzenW* (Sollwertgrenzen)
- *Rampe*
- *Störgröße* (nur bei *Störgrößenaufschaltung*)
- *Code*
- *Adap Reg* bzw. *Adap Reg 1* (nicht bei *Externer Sollwert* und *Verhältnisregelung*)
- *Adap Reg 2* (nur bei *Kaskadenregelung*)
- *Filter*

Die Zuordnung der Tasten SELECT und ENTER zu den in den Ablaufdiagrammen der Parametrieremenüs dargestellten Pfeilen ist ebenfalls durch Bild 21 gegeben. Die Bedeutung der Symbole und Angaben in den Parametrieremenüs entnehmen Sie Abschnitt 6.5.4.

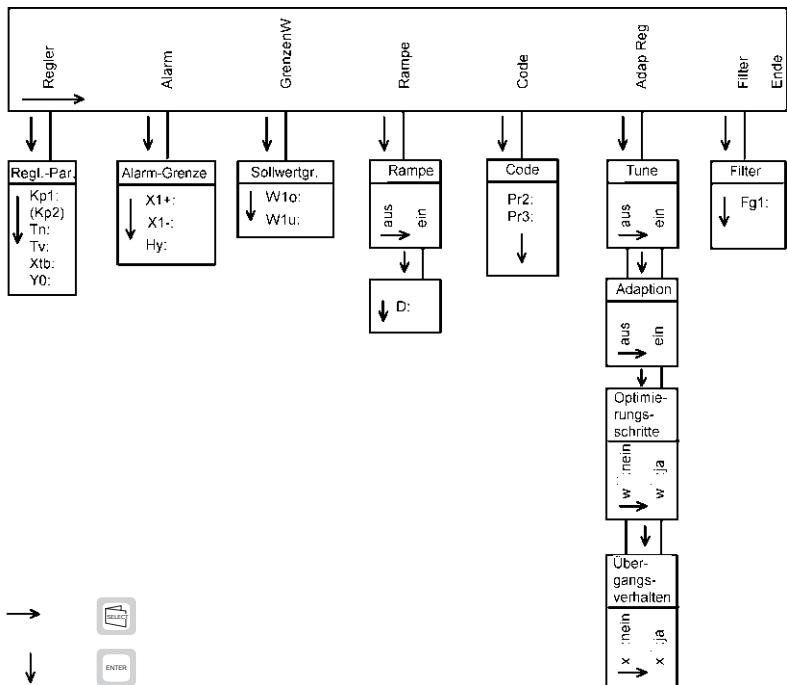


Bild 33: Parametrierenü für die Struktur **Standardregler**

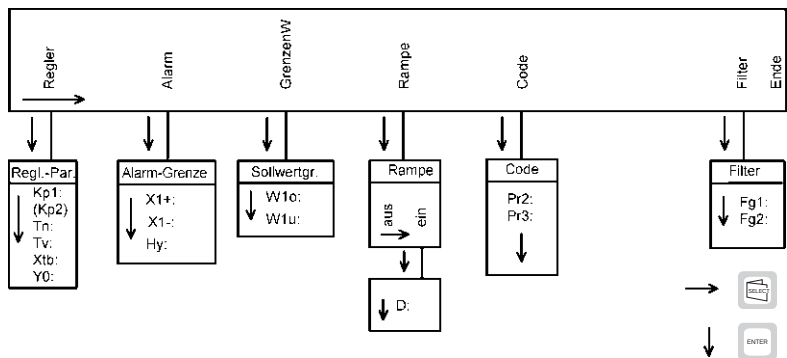


Bild 34: Parametrierenü für die Struktur **Externer Sollwert**



DIGITALER INDUSTRIEREGLER

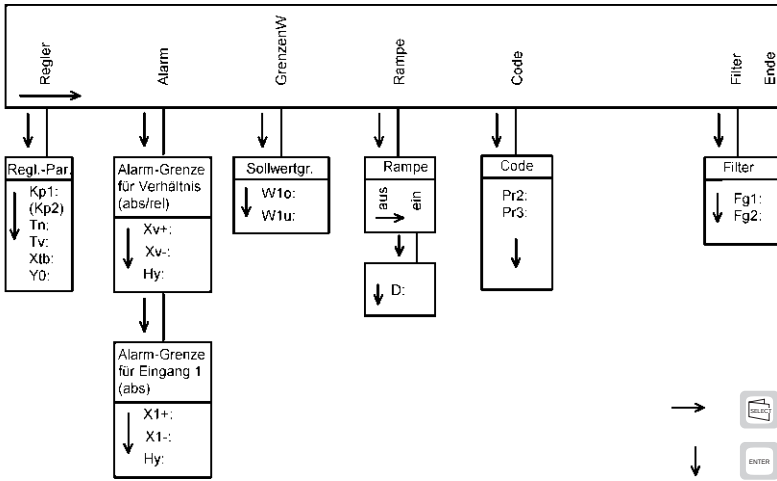


Bild 35: Parametrieremenü für die Struktur Verhältnisregelung

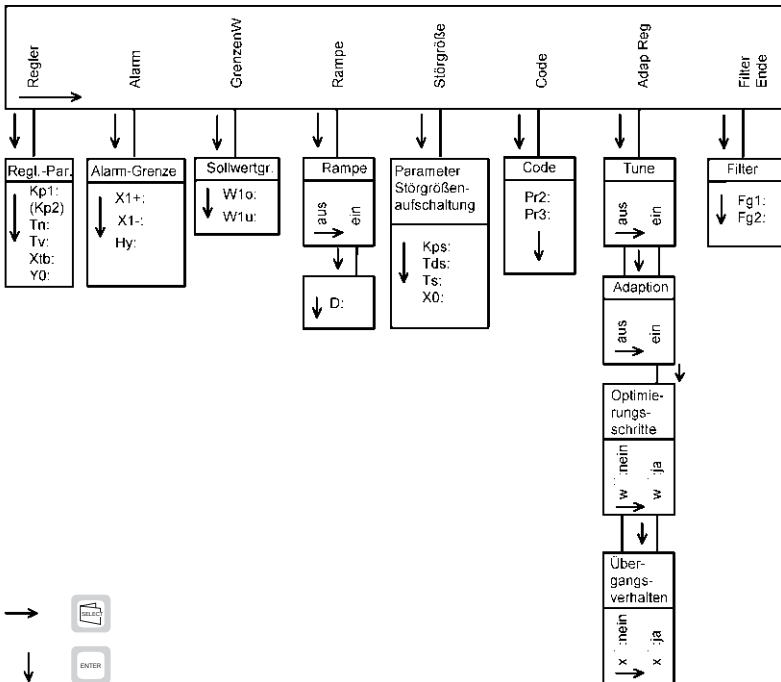


Bild 36: Parametrieremenü für die Struktur Störgrößenaufschaltung

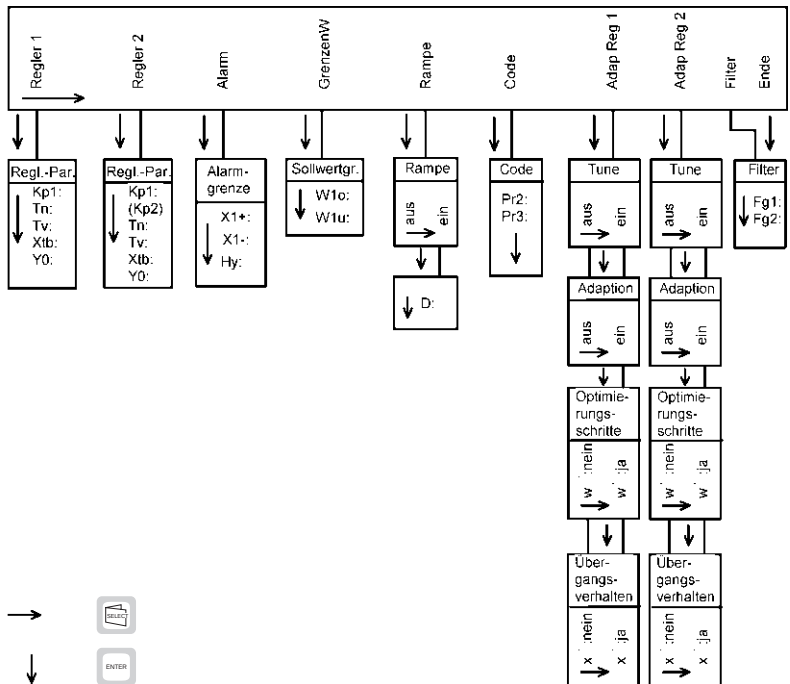


Bild 37: Parametrieremenü für die Struktur Kaskadenregelung

deutsch



7 SELBSTOPTIMIERUNG

7.1 Stabilität und Regelgüte

Um ein stabiles Verhalten des Regelkreises zu erreichen, muß zu der vorgegebenen Regelstrecke der dazu passende Regler eingesetzt werden. Geschieht dies nicht, dann arbeitet der Regelkreis instabil (z.B. schwingend oder aufklingend), und eine Regelung ist nicht möglich. Es ist also erforderlich, die Struktur des Reglers an die Eigenschaften der Regelstrecke anzupassen und seine Parameter so zu wählen, daß für die Regelgröße ein Regelverlauf mit kurzer Ausregelzeit, kleiner Überschwingweite und guter Dämpfung erzielt wird.

Die Einstellung der Reglerparameter kann auf der Basis von Einstellregeln erfolgen (siehe Anhang).

Der digitale Regler verfügt über eine Selbstoptimierung, die das oftmals zeitaufwendige Anpassen der Reglerparameter an den Prozeß übernimmt. Es wurden zwei Algorithmen für die Selbstoptimierung implementiert, ein Adaptionsalgorithmus und ein Einstellalgorithmus (Tune).

7.2 Prinzip der Selbstoptimierung durch Adaption

Den Kern der Selbstoptimierung durch Adaption bildet ein Fuzzy-Logic-Modul. Analog zur Vorgehensweise eines erfahrenen Regelungstechnikers werden aus den charakteristischen Merkmalen des Übergangsverhaltens im geschlossenen Regelkreis Rückschlüsse auf die Güte der eingestellten Reglerparameter gezogen. Das dazu erforderliche Expertenwissen ist im EPROM des Reglers in Form linguistischer Regeln (Regelbasis) abgespeichert und wird vom Fuzzy-Logic-Algorithmus bei der Anpassung verwendet (Bild 38).

7.3 Prinzip der Selbstoptimierung durch Tune

Zusätzlich zur Adaption ist ein Modul "Tune" vorgesehen, das eine einmalige, direkte Ermittlung der Reglerparameter vornimmt. Die Berechnung der Reglerparameter erfolgt auf der Basis eines modifizierten Ziegler-Nichols-Verfahren (Bild 39 und Anhang).

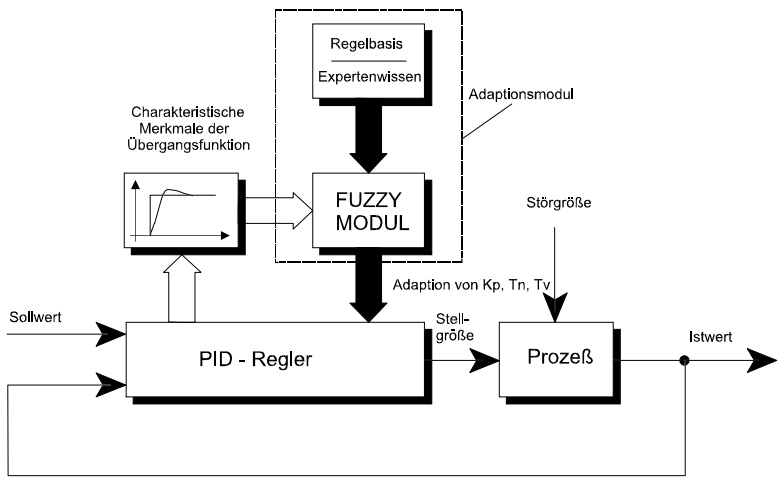


Bild 38: Funktionsprinzip des Adaptionsmoduls beim digitalen Regler

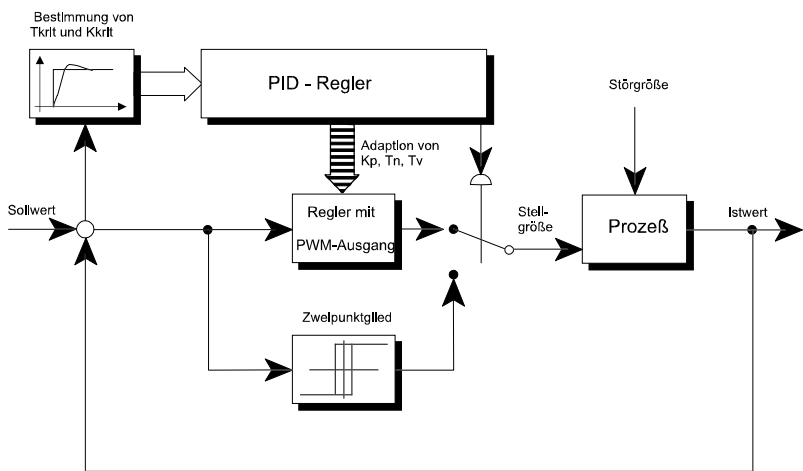


Bild 39: Funktionsprinzip des Tune-Moduls beim digitalen Regler

7.4 Arbeitsweise des Tune- und des Adaptionmoduls

Wurde in der Konfigurier- oder Parametrierebene Tune eingeschaltet, so wird beim nächsten Sollwertsprung einmalig die Tune-Funktion ausgeführt und danach automatisch abgeschaltet. Dies trifft auch für die Inbetriebnahme zu. Dabei erfolgt eine direkte, einmalige Ermittlung der Reglerparameter durch Bestimmung der kritischen Kreisverstärkung und Periodendauer einer kontrolliert erzeugte, kurzzeitigen Grenzyklusschwingung des Istwerts (Bild 40).

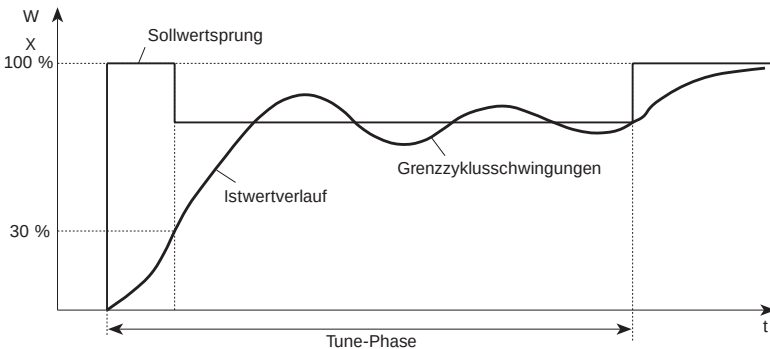


Bild 40: Arbeitsweise des Tune- Moduls

Bei Verwendung der Adaptionfunktion erfolgt bei jeder während des Prozeßablaufes durchgeführten Sollwertänderung eine Charakterisierung des Einschwingverhaltens. Weicht das Verhalten der Regelgröße von einem vorgegebenen Idealverhalten ab, übernimmt das Fuzzy-Logic-Modul die Adaption der Reglerparameter.

Als Idealverhalten ist ein Übergangsverhalten mit kürzester Anregelzeit bei ca. 5 % Überschwängen zugrunde gelegt (Bild 41). Optional kann ein aperiodisches Übergangsverhalten ohne Überschwängen (bei entsprechend längerer Anregelzeit) eingestellt werden (Bild 42).

Ist sowohl Tune als auch Adaption eingeschaltet, dann hat Tune Vorrang, d.h. beim nächsten Sollwertsprung wird zunächst Tune ausgeführt und dann abgeschaltet. Bei weiteren Sollwertsprüngen wird dann nur noch die Adaption realisiert.

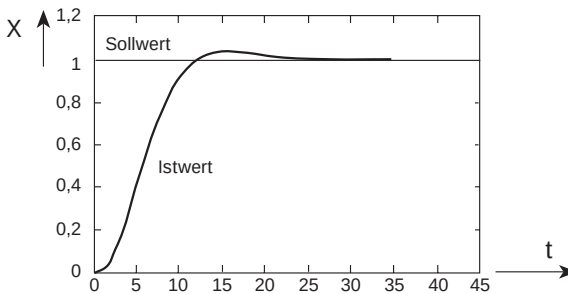


Bild 41: Übergangsverhalten mit kürzester Anregelzeit und 5 % Überschwngen

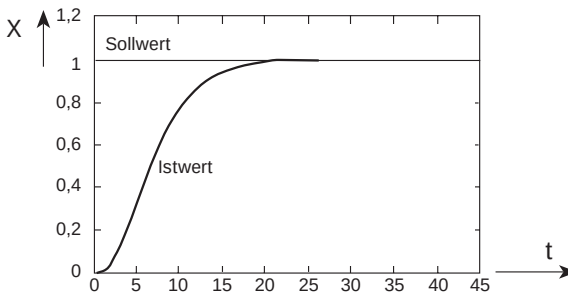


Bild 42: Aperiodisches Übergangsverhalten ohne Überschwngen

7.5 Hinweise zum Einsatz des Tune- und des Adoptionsmoduls

Einbeziehbare Regelstrecken

Die Adaption wurde in umfangreichen Laboruntersuchungen an einer Vielzahl unterschiedlicher Regelstrecken mit Erfolg getestet. Die Anpassung bzw. Optimierung der Reglerparameter durch das Tune- und das Adoptionsmodul erfolgt zuverlässig bei dynamischen Prozessen

- mit Verzögerungsverhalten,
- mit Totzeitverhalten,
- mit schwingungsfähigen Komponente sowie
- mit Allpaßverhalten.

Bei Regelstrecken ohne Ausgleich (integrale Regelstrecken) ist die Nutzung der im Regler integrierten Selbstoptimierungsmodule *Tune* und *Adaption* nicht möglich.



Einbeziehbare Reglerausgänge

Die Module *Tune* und *Adaption* können bei Reglerausgängen bzw. Ausgangssignalen gemäß folgender Tabelle eingesetzt werden:

Reglerausgang/Ausgangssignal	Tune	Adaption
stetige Einheitssignale 0 ... 10 V	x	x
stetige Einheitssignale 0 ... 20 mA	x	x
stetige Einheitssignale 4 ... 20 mA	x	x
2-Punkt-PWM-Signale	x	
3-Punkt-PWM-Signale	x	
3-Punkt-Schritt-Signale mit interner Rückführung		x
3-Punkt-Schritt-Signale mit externer Rückführung		x

Einbeziehbare Reglerstrukturen

Die Funktion *Tune* und *Adaption* können bei folgenden Reglerstrukturen genutzt werden:

- Standardregler
- Störgrößenaufschaltung
- Kaskadenregelung

Das Tune- und das Adaptionsmodul optimieren die Parameter von PI- und von PID-Reglerstrukturen. Eine P-Reglerstruktur, die bei Strecken mit Ausgleich im stationären Zustand zu einer bleibenden Regeldifferenz führt, wird nicht auf direkte Weise optimiert, sondern in eine PI-Struktur umgewandelt.

Werden als Startparameter vor Beginn von *Tune* bzw. *Adaption* ausschließlich die beiden PI-Parameter *Verstärkung K_p* und *Nachstellzeit T_n* vorgegeben (*Vorhaltezeit T_v* = 0), erfolgt die Optimierung einer PI-Reglerstruktur. Wird die Optimierung einer PID-Struktur gewünscht, ist als Startwert für die Vorhaltezeit *T_v* = 0,1 sec. einzustellen.

Während bei der Funktion *Tune* eine direkte, d.h. startparameterunabhängige Berechnung der Reglerparameter erfolgt, ist für die Funktion *Adaption* die geeignete Wahl von Startparametern von Bedeutung. Das heißt, die Ausgangsbasis für die einzelnen Optimierungsschritte bilden die jeweils aktuell vorliegenden Reglerparameter. Deshalb wird empfohlen, bei der ersten Inbetriebnahme die Tune-Funktion zu aktivieren, um einen geeigneten Startparametersatz für den Einsatz des Adaptionsmoduls zu erhalten.



Adaption eines Kaskadenreglers

Bei einem Kaskadenregler wird die Adaption für den Hauptregler (Regler 1) und für den Hilfsregler (Regler 2) getrennt durchgeführt.

- **Adaption des Hilfsreglers:**

Der Hilfsregler kann nur adaptiert werden, wenn er sich im Zustand AUTOMATIK und der Hauptregler sich im Zustand HAND befindet. Deshalb muß der Hauptregler zu Beginn einer Adaption in den Zustand HAND übergeführt werden. Danach ist eine Sollwertänderung W_2 für den Hilfsregler durchzuführen. Wenn die Adaption des Hilfsreglers beendet ist, muß der Hauptregler wieder in den Zustand AUTOMATIK zurückgeschaltet werden.

- **Adaption des Hauptreglers:**

Der Hauptregler kann nur adaptiert werden, wenn beide Regler sich im Zustand AUTOMATIK befinden und die Adaption des Hilfsreglers beendet wurde. Deshalb ist der Hauptregler nach erfolgter Adaption des Hilfsreglers erst wieder in den Zustand AUTOMATIK zurückzuschalten. Anschließend ist eine Sollwertveränderung W_1 für den Hauptregler durchzuführen. Wird der Hilfsregler während der Adaption in den Zustand HAND geschaltet, dann wird die Adaption des Hauptreglers unterbrochen.

- **Anfahren eines Sollwertes in Stufen**

Falls zu erwarten ist, daß die eingestellten Startparameter weit von den optimalen Reglerparametern entfernt liegen, kann das Anfahren eines neuen Sollwertes in Stufen erfolgen (Bild 43).

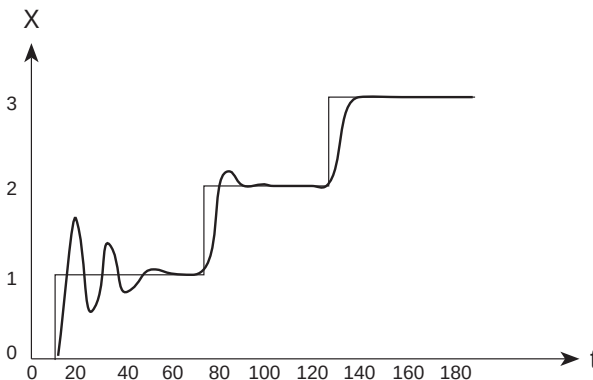


Bild 43: Beispiel für das Anfahren des Sollwertes in 3 Stufen mit je einem Adaptationszyklus



Dadurch werden bis zum Erreichen des gewünschten Sollwertes mehrere Adaptionszyklen ausgeführt, wodurch die Güte der Reglerparameter erhöht wird. Ein neuer Sollwert wird in maximal 5 Stufen angefahren. Es werden jedoch nur so viele Schritte ausgeführt, bis die optimalen Reglerparameter gefunden sind.

In Abhängigkeit vom Skalierungsbereich des Reglereingangs (X1u ... X1o / X2u ... X2o) muß die Sollwertänderung einen bestimmten Betrag überschreiten, damit eine Adaption durchgeführt werden kann. In der folgenden Tabelle ist die mindestens auszuführende Sollwertänderung in Abhängigkeit von den konfigurierten Reglereingängen 1 bzw. 2 angegeben. Die Angaben gelten für das Anfahren eines Sollwertes in einer Stufe.

Konfigurierter Reglereingang	mindestens auszuführende Sollwertänderung
Einheitssignal 0 ... 10 V	$(X^*0 - X^*u) \cdot 0,0135$
Einheitssignal 0 ... 20 mA	$(X^*0 - X^*u) \cdot 0,0135$
Einheitssignal 4 ... 20 mA	$(X^*0 - X^*u) \cdot 0,0169$
Frequenzanaloges Signal	$(X^*0 - X^*u) \cdot 0,0153$
Pt 100 (- 200 ... + 850 °C)	20,0 K
Thermoelement Typ J (- 200 ... 1200 °C)	16,5 K
Thermoelement Typ K (- 200 ... 1370 °C)	28,0 K
Thermoelement Typ T (0 ... 400 °C)	16,5 K
Thermoelement Typ R (0 ... 1760 °C)	50,0 K
Thermoelement Typ S (0 ... 1760 °C)	50,0 K

Anmerkung: X*0: X10 oder X20; X*u: X1u oder X2u

Ist die Sollwertänderung zu gering, erfolgt eine Statusanzeige durch den Code 07 (siehe Abschnitt 7.6).

Handhabung der Adaption bei unzureichender Kenntnis des Prozesses

Sind bei der Inbetriebnahme einer Regelung unzureichende Kenntnisse über den Prozeß (Zeitverhalten, Verstärkung usw.) vorhanden, wird folgende Vorgehensweise beim Einsatz der Selbstoptimierung durch Adaption empfohlen:



- Schritt 1:* Entweder Einsatz der Tune-Funktion zur Ermittlung von Startparametern oder Wahl der Starparameter in der Parametrierebene, Menüpunkt *Regler*:
- *Verstärkungsfaktor K_p* auf einen Wert setzen, der im stationären Prozeßzustand zu einer bleibenden Regeldifferenz von $< 80\%$ des vorgegebenen Sollwertsprungs führt.
 - *Nachstellzeit T_n* auf einen sehr großen Wert (z.B. 9999) setzen.
 - *Vorhaltzeit T_v* auf 0 belassen (Werkseinstellung), wenn die Optimierung einer PI-Struktur angestrebt wird, oder *Vorhaltzeit T_v* auf 0,1 setzen, wenn die Optimierung einer PID-Struktur gewünscht wird.
- Schritt 2:* Wahl von Optionen in der Parametrierebene, Menüpunkt *Adaption*:
- *Adaption* einschalten
 - *Anfahren des Sollwertes in mehreren Stufen* wählen
- Schritt 3:* Eingabe des gewünschten Sollwertes in der Prozeßbedienebene. Der Sollwert wird unter diesen Bedingungen in maximal 5 Stufen angefahren, wobei in jeder Stufe eine Optimierung der Reglerparameter durchgeführt wird.

7.6 Bedienung der Tune- und Adaptionsfunktion

Konfigurier- und Parametrierebene

Sowohl in der Konfigurier- als auch in der Parametrierebene kann in den Untermenüs zur Adaption zunächst das Modul *Tune* und dann das Modul *Adaption* ein- bzw. ausgeschaltet werden. Tune und Adaption können aber nicht gleichzeitig ausgeführt werden (vgl. Abschnitt 7.4).

Bei der Option **Tune: ein** erfolgt die Optimierung der Reglerparameter beim ersten Sollwertsprung. Wird ein entsprechender Ausgang gemäß der Tabelle in Kapitel 7.5 genutzt, so bewirkt die Option **Adapt: ein**, daß bei jeder weiteren Sollwertänderung eine Bewertung des Einschwingverhaltens der Regelgröße und gegebenenfalls eine Optimierung der Reglerparameter durchgeführt wird.

Mit der Option **WTT: ja** wird erreicht, daß innerhalb der Adaptionsfunktion ein neuer Sollwert in mehreren Stufen angefahren wird, wobei jede dieser Stufen für einen Optimierungszyklus genutzt wird. Bei **WTT: nein** findet die Optimierung in einer Stufe statt. Mit der Option **XT: ja** bzw. **XT: nein** nimmt die Adaptionsfunktion eine Optimierung auf kürzeste Anregelzeit bei 5 % Überschwingen bzw. auf aperiodisches Übergangsverhalten vor.

Prozeßbedienebene

In der Ebene *Prozeßbedienen* ist keine direkte Beeinflussung der Adaption möglich. Ein laufender Adaptionszyklus kann aber durch zweimaliges Betätigen der HAND/AUTOMATIK-Taste abgebrochen werden.

Wird während eines laufenden Adaptionszyklus eine Sollwertänderung vorgenommen, dann wird die Adaption abgebrochen und ein neuer Adaptionszyklus auf der Basis des neuen Sollwertes entsprechend der beim Konfigurieren bzw. Parametrieren gewählten Option initialisiert.



Statusanzeigen

Ein laufender Adaption- bzw. Tune-Zyklus wird im Bedienmodus durch die im 5-Sekunden-Takt blinkende Statusmeldung **Adap** bzw. **Tune** in der zweiten Zeile des Displays angezeigt.

Bestimmte Zustände und Reglereinstellungen können dazu führen, daß kein Start eines Adaptionzyklus erfolgen kann. Die jeweilige Ursache wird über die Statusmeldung **nicht bereit** sowie durch einen zweistelligen Code für die Dauer von 5 sec. im Display angezeigt.

Code	Bedeutung
01	Externe Sollwertvorgabe aktiv
02	Sollwertnachführung aktiv
03	Sollwertrampe aktiv
04	Instationärer Zustand der Meßgröße
05	Hauptregler nicht im Zustand HAND (nur bei Kaskadenregelung)
06	Unterlagerter Regler nicht im Zustand AUTOMATIK (nur bei Kaskadenregelung)
07	Mindestauflösung unterschritten (Sollwertänderung zu gering)



8 FEHLERMELDUNGEN UND WARNUNGEN

Der digitale Regler führt nach jedem Einschalten einen Selbsttest durch. Im Rahmen dieses Selbsttests werden der Datenspeicher, der Programmspeicher und der nullspannungssichere Speicher überprüft.
Weiterhin werden während des Betriebes des Reglers die Ein- und Ausgänge auf ihre konkrete Funktion hin getestet.
Tritt ein Fehler auf, so wird in der zweiten Zeile des Displays angezeigt. Die Anzeige des Fehlers erlischt erst dann wieder, wenn der Fehler beseitigt ist.
Beim Auftreten eines Fehlers nimmt der Regler den Zustand HAND ein.

Fehlermeldungen beim Selbsttest:

Fehlermeldung	Ursache	Reglerzustand	Beseitigung
Para defekt	Die im EEPROM gespeicherten Parametrierdaten sind defekt.	Regler schaltet in den HAND-Zustand und verbleibt in der Selbsttestphase.	Regler neu parametrieren (siehe dazu <i>Parametrieren</i>).
Konfig defekt	Die im EEPROM gespeicherten Konfigurierdaten sind defekt.	Regler schaltet in den HAND-Zustand und verbleibt in der Selbsttestphase.	Regler neu konfigurieren (siehe dazu <i>Konfigurieren</i>).
W def	Die im EEPROM gespeicherten Zustandsdaten sind defekt.	Regler schaltet in den HAND-Zustand.	Sollwert neu einstellen und Regler in den AUTO-Zustand schalten.
KalDef	Die im EEPROM gespeicherten Kalibrierdaten sind defekt.	Regler geht in den Zustand, den er vor dem Abschalten hatte. Der Regler arbeitet mit eingeschränkter Genauigkeit.	Fehler kann vom Benutzer nicht beseitigt werden.



Fehlermeldung	Ursache	Reglerzustand	Beseitigung
Fü1Def ¹⁾	Ein Fehler am ersten Reglereingang wurde erkannt.	Regler schaltet in den HAND-Zustand.	Angeschlossenen Sensor und Verkabelung prüfen und instandsetzen. Der Regler verbleibt im HAND-Zustand und muß evtl. über die Tastatur wieder in den AUTO-Zustand geschaltet werden.
Fü2Def ²⁾	Ein Fehler am zweiten Reglereingang wurde erkannt.	Regler schaltet in den HAND-Zustand.	Angeschlossenen Sensor und Verkabelung prüfen und instandsetzen. Der Regler verbleibt im HAND-Zustand und muß evtl. über die Tastatur wieder in den AUTO-Zustand geschaltet werden.
AusDef	Ein Fehler am Reglerausgang wurde erkannt.	Regler schaltet in den HAND-Zustand.	Angeschlossenes Stellglied und Verkabelung prüfen und instandsetzen. Der Regler verbleibt im HAND-Zustand und muß evtl. über die Tastatur wieder in den AUTO-Zustand geschaltet werden.
NTCDDef	Ein Defekt am Temperaturfühler für die interne Vergleichsstellenkompensation wurde erkannt.	Der Regler verbleibt in dem Zustand, den er vor Auftreten des Fehlers hatte. Für die Temperatur der Vergleichsstelle wird eine konstante Temperatur von 20 °C gesetzt.	Dieser Fehler kann vom Benutzer nicht beseitigt werden.

¹⁾ Ein Fehler am Eingang 1 kann nur bei den folgenden Sensortypen erkannt werden:
PT 100, Thermoelemente, Einheitssignaleingänge: 0 ... 10 V, 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA.

²⁾ Ein Fehler am Eingang 2 kann nur bei den folgenden Sensortypen erkannt werden:
Einheitssignaleingänge: 0 ... 10 V, 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA.



Die folgende Tabelle zeigt, unter welchen Umständen bei den verschiedenen Sensortypen ein Fehler erkannt wird:

Sensortyp	Auftreten des Fehlers bei	Angezeigter Wert im Fehlerfall
Pt 100	Der Pt 100 befindet sich auf einer Temperatur größer als 850 °C	+ 850
	Die Leitung zum Pt 100 ist unterbrochen	+ 850
	Der Pt 100 befindet sich auf einer Temperatur kleiner als - 200 °C	- ***
	Die Leitung zum Pt 100 hat einen Kurzschluß	- ***
Thermoelement Typ J	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur größer als 1200 °C	+ 1200
	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur kleiner als - 200 °C	- 200
Thermoelement Typ K	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur größer als 1370 °C	+ 1370
	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur kleiner als - 200 °C	- 200
Thermoelement Typ T	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur größer als 400 °C	+ 400
	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur kleiner als 0 °C	- ***
Thermoelement Typ R	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur größer als 1760 °C	+ 1760
	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur kleiner als 0 °C	0
Thermoelement Typ S	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur größer als 1760 °C	+ 1760
	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur kleiner als 0 °C	0
Einheitssignal 0 ... 10 V	Der angeschlossene Sensor liefert eine Ausgangsspannung kleiner als - 0,7 V	Xu (unterer Skalierungswert)
Einheitssignal 0 ... 20 mA	Der angeschlossene Sensor liefert einen Ausgangsstrom kleiner als -0,5 mA	Xu (unterer Skalierungswert)
Einheitssignal 4 ... 20 mA	Der angeschlossene Sensor liefert einen Ausgangsstrom kleiner als 3,5 mA	Xu (unterer Skalierungswert)



9 ANHANG

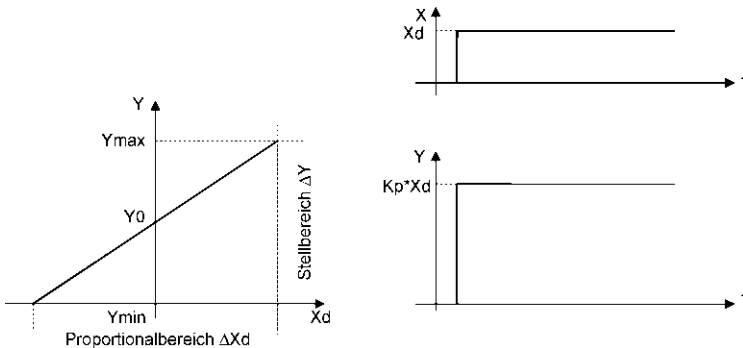
9.1 Eigenschaften von PID-Reglern

Ein PID-Regler besitzt einen Proportional-, einen Integral- und einen Differentialanteil (P-, I- und D-Anteil).

P-Anteil:

Funktion: $Y = K_p \cdot X_d$

K_p ist der Proportionalbeiwert (Verstärkungsfaktor). Er ergibt sich als Verhältnis von Stellbereich ΔY zu Proportionalbereich ΔX_d .



Kennlinie

Sprungantwort

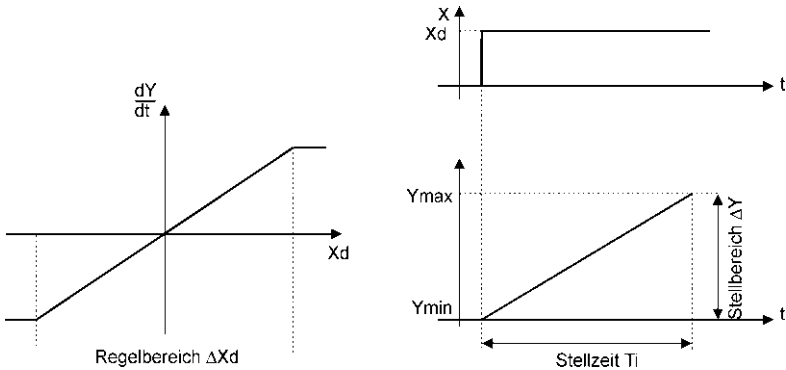
Eigenschaften:

Ein reiner P-Regler arbeitet theoretisch unverzögert, d.h. er ist schnell und damit dynamisch günstig. Er hat eine bleibende Regeldifferenz, d.h. er regelt die Auswirkungen von Störungen nicht vollständig aus und ist damit statisch relativ ungünstig.

I-Anteil:

Funktion: $Y = \frac{1}{T_i} \int X_d dt$

T_i ist die Integrier- oder Stellzeit. Sie ist die Zeit, die vergeht, bis die Stellgröße den gesamten Stellbereich durchlaufen hat.



Kennlinie

Sprungantwort

Eigenschaften:

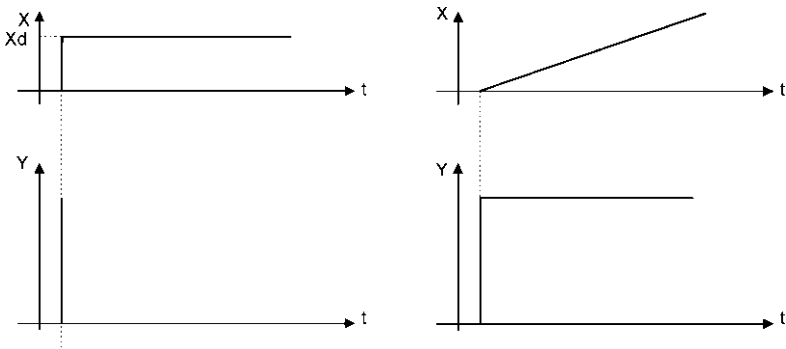
Ein reiner I-Regler beseitigt die Auswirkungen auftretender Störungen vollständig. Er besitzt also ein günstiges statisches Verhalten. Er arbeitet aufgrund seiner endlichen Stellgeschwindigkeit langsamer als der P-Regler und neigt zu Schwingungen. Er ist also dynamisch relativ ungünstig.

D-Anteil:

Funktion: $Y = K_d \frac{dX_d}{dt}$

K_d ist der Differenzierbeiwert.

Je größer K_d ist, desto stärker ist der D-Einfluß.



Sprungantwort

Anstiegsantwort

Eigenschaften:

Ein Regler mit D-Anteil reagiert auf Änderungen der Regelgröße und kann dadurch auftretende Regeldifferenzen schneller abbauen.



Überlagerung von P-, I- und D-Anteil:

$$Y = K_p X_d + \frac{1}{T_i} \int X_d dt + d X_d/dt$$

Mit $K_p \cdot T_i = T_n$ und $K_d/K_p = T_v$ ergibt sich für die **Funktion des PID-Reglers**:

$$Y = K_p \left(X_d + \frac{1}{T_n} \int X_d dt + T_v dX_d/dt \right)$$

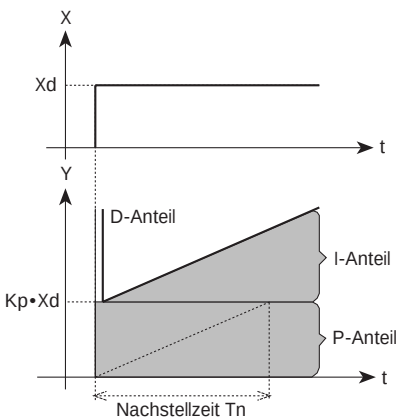
K_p : **Proportionalbeiwert / Verstärkungsfaktor**

T_n : **Nachstellzeit**

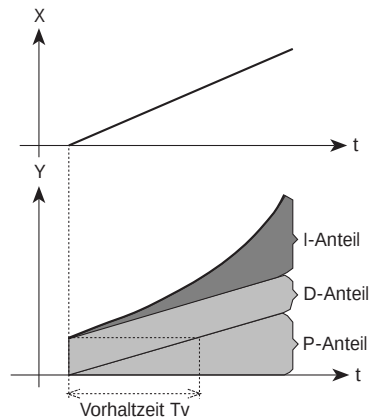
(Zeit, die benötigt wird, um durch den I-Anteil eine gleich große Stellgrößenänderung zu erzielen, wie sie infolge des P-Anteils entsteht)

T_v : **Vorhaltzeit**

(Zeit, um die eine bestimmte Stellgröße aufgrund des D-Anteils früher erreicht wird als bei einem reinen P-Regler)



Sprungantwort des PID-Reglers



Anstiegsantwort des PID-Reglers



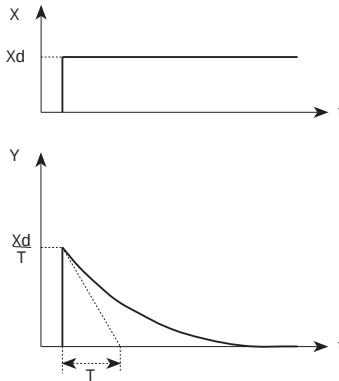
Realisierter PID-Regler

D-Anteil mit Verzögerung:

Im digitalen Regler ist der D-Anteil mit einer Verzögerung T realisiert ($T = 1/3 T_v$).

Funktion: $T \frac{dY}{dt} + Y = K_d \frac{dX_d}{dt}$

Sprungantwort:

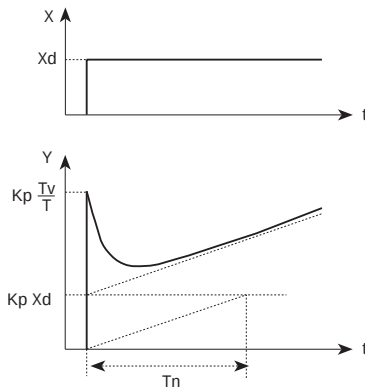


Überlagerung von P-, I- und DT- Anteil:

Funktion des realen PID-Reglers:

$$T \frac{dY}{dt} + Y = K_p \left(X_d + \frac{1}{T_n} \int X_d dt + T_v \frac{dX_d}{dt} \right)$$

Sprungantwort des realen PID-Reglers:





9.2 Einstellregeln für PID-Regler

In der regelungstechnischen Literatur werden eine Reihe von Einstellregeln angegeben, mit denen auf experimentellem Wege eine günstige Einstellung der Reglerparameter ermittelt werden kann. Um dabei Fehleinstellungen zu vermeiden, sind stets die Bedingungen zu beachten, unter denen die jeweiligen Einstellregeln aufgestellt worden sind. Neben den Eigenschaften der Regelstrecke und des Reglers selbst spielt dabei eine Rolle, ob eine Störgrößenänderung oder eine Führungsgrößenänderung ausgeregelt werden soll.

Einstellregeln nach Ziegler und Nichols (Schwingungsmethode)

Bei dieser Methode erfolgt die Einstellung der Reglerparameter auf der Basis des Verhaltens des Regelkreises an der Stabilitätsgrenze. Die Reglerparameter werden dabei zunächst so eingestellt, daß der Regelkreis zu schwingen beginnt. Aus dabei auftretenden kritischen Kennwerten wird auf eine günstige Einstellung der Reglerparameter geschlossen. Voraussetzung für die Anwendung dieser Methode ist natürlich, daß der Regelkreis in Schwingungen gebracht werden darf.

Vorgehensweise:

- Regler als P-Regler einstellen (d.h. $T_n = 999$, $T_v = 0$), K_p zunächst klein wählen
- gewünschten Sollwert einstellen
- K_p solange vergrößern, bis die Regelgröße eine ungedämpfte Dauerschwingung ausführt (Bild 44).

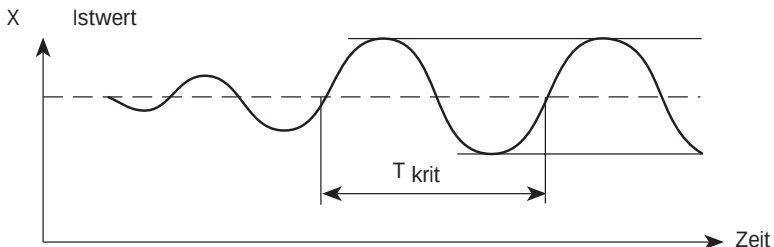


Bild 44: Verlauf der Regelgröße an der Stabilitätsgrenze

Der an der Stabilitätsgrenze eingestellte Proportionalitätsbeiwert (Verstärkungsfaktor) wird als K_{krit} bezeichnet. Die sich dabei ergebende Schwingungsdauer wird T_{krit} genannt.



Aus K_{krit} und T_{krit} lassen sich dann die Reglerparameter gemäß folgender Tabelle berechnen.

Einstellung der Parameter nach Ziegler und Nichols:

Reglertyp	Einstellung der Parameter		
P-Regler	$K_p = 0,5 K_{krit}$	-	-
PI-Regler	$K_p = 0,45 K_{krit}$	$T_n = 0,85 T_{krit}$	-
PID-Regler	$K_p = 0,6 K_{krit}$	$T_n = 0,5 T_{krit}$	$T_v = 0,12 T_{krit}$

Die Einstellregeln von Ziegler und Nichols sind für P-Strecken mit Zeitvergrößerung erster Ordnung und Totzeit ermittelt worden. Sie gelten allerdings nur für Regler mit Störverhalten und nicht für solche mit Führungsverhalten.

Einstellregeln nach Chien, Hrones und Reswick (Stellgrößensprung-Methode)

Bei dieser Methode erfolgt die Einstellung der Reglerparameter auf der Basis des Übergangsverhaltens der Regelstrecke. Es wird ein Stellgrößensprung von 100 % ausgegeben. Aus dem Verlauf des Istwertes der Regelgröße werden die Zeiten T_u und T_g abgelesen (Bild 45). K_s ist der Proportionalbeiwert (Verstärkungsfaktor) der Regelstrecke.

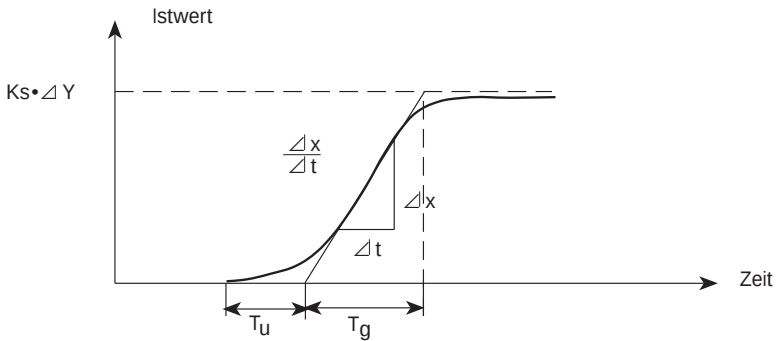


Bild 45: Verlauf der Regelgröße nach einem Stellgrößensprung ΔY

Vorgehensweise:

- Regler auf HAND schalten
- Stellgrößensprung ausgeben und Regelgröße mit einem Schreiber aufnehmen
- Bei kritischen Verläufen (z.B. bei Überhitzungsgefahr) rechtzeitig abschalten.



HINWEIS

Es ist zu beachten, daß bei thermisch trägen Systemen der Istwert der Regelgröße nach dem Abschalten weiter steigen kann.



In der folgenden Tabelle sind die Einstellwerte für die Reglerparameter in Abhängigkeit von T_u , T_g und K_s für Führungs- und Störverhalten sowie für einen aperiodischen Regelvorgang und einen Regelvorgang mit 20 % Überspringen angegeben. Sie gelten für Strecken mit P-Verhalten, mit Totzeit und mit Verzögerung erster Ordnung.

Einstellung der Parameter nach Chien, Hrones und Reswick:

Reglertyp	Einstellung der Parameter			
	bei aperiodischen Regelvorgang (0 % Überspringen)		bei Regelvorgang mit 20 % Überspringen	
	Führung	Störung	Führung	Störung
P-Regler	$K_p = 0,3 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$	$K_p = 0,3 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$	$K_p = 0,7 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$	$K_p = 0,7 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$
PI-Regler	$K_p = 0,35 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 1,2 T_g$	$K_p = 0,6 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 4 \cdot T_u$	$K_p = 0,6 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = T_g$	$K_p = 0,7 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 2,3 \cdot T_u$
PID-Regler	$K_p = 0,6 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = T_g$ $T_v = 0,5 \cdot T_u$	$K_p = 0,95 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 2,4 \cdot T_u$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$	$K_p = 0,95 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 1,35 \cdot T_g$ $T_v = 0,47 \cdot T_u$	$K_p = 1,2 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 2 \cdot T_u$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$

Der Proportionalitätsfaktor K_s der Regelstrecke kann gemäß Bild 45 über den Anstieg der Wendetangente, d. h. über $\Delta X / \Delta t$ berechnet werden (ΔY : Stellgrößen-sprung):

$$K_s = \frac{\Delta X \cdot T_g}{\Delta t \cdot \Delta Y}$$



9.3 Abkürzungsverzeichnis

D	Steigung der Sollwertrampe
Fg1	Grenzfrequenz (-3dB) des Filters am Eingang 1
Fg2	Grenzfrequenz (-3dB) des Filters am Eingang 2
Gt	Getriebelose
Hy	Alarmhysterese
Kp1	Verstärkungsfaktor von PID-Regler 1 oder 2
Kp2	Verstärkungsfaktor (gilt nur bei 3-Punkt-PWM-Signal (Relais 2, Kühlen))
Kps	Verstärkungsfaktor des Kompensationsgliedes (Störgrößenaufschaltung)
Olp	Überlappungsbereich
T+	Periodendauer des PWM-Signals bez. Relais 1
T-	Periodendauer des PWM-Signals bez. Relais 2
Tds	Vorhaltzeit des Kompensationsgliedes (Störgrößenaufschaltung)
Tn	Nachstellzeit von PID-Regler 1 oder 2
Ty	Stellzeit (Motorlaufzeit)
W1	Sollwert für Regler 1
W2	Sollwert für Regler 2
W1o	Obere Grenze für Sollwert W1
W1u	Untere Grenze für Sollwert W1
Wvo	Obere Begrenzung für Verhältnissollwert
Wvu	Untere Begrenzung für Verhältnissollwert
X0	Arbeitspunkt des Kompensationsgliedes (Störgrößenaufschaltung)
X1	Eingang 1 (Istwert)
X2	Eingang 2 (Istwert)
X1+	Obere Alarmgrenze für Eingang 1
X1-	Untere Alarmgrenze für Eingang 1
X1o	Oberer Skalierwert für Eingang 1
X1u	Unterer Skalierwert für Eingang 1
X2o	Oberer Skalierwert für Eingang 2
X2u	Unterer Skalierwert für Eingang 2
Xd	Regeldifferenz (bzw. Regelabweichung)
Xsd	Unempfindlichkeitsbereich
Xsh	Schalthysterese
Xtb	Totbereich um den Sollwert (Regler)
Xv+	Obere Alarmgrenze bzw. des Verhältnisses von Regel- zu Prozeßgröße
Xv-	Untere Alarmgrenze bzw. des Verhältnisses von Regel- zu Prozeßgröße
Xvo	Oberer Skalierwert für das Verhältnis von Regel- zu Prozeßgröße
Xvu	Unterer Skalierwert für das Verhältnis von Regel- zu Prozeßgröße
Y0	Arbeitspunkt von PID-Regler 1 oder 2
Yo	Obere Stellgrößenbegrenzung
Yu	Untere Stellgrößenbegrenzung
Yho	Obere Stellgrößenbegrenzung für Relais 1 (Heizen, 3-Punkt-PWM)
Yhu	Untere Stellgrößenbegrenzung für Relais 1 (Heizen, 3-Punkt-PWM)
Yko	Obere Stellgrößenbegrenzung für Relais 2 (Kühlen, 3-Punkt-PWM)
Yku	Untere Stellgrößenbegrenzung für Relais 2 (Kühlen, 3-Punkt-PWM)
Ys	Sicherheitswert der Stellgröße



9.4 Stichwortverzeichnis

	Seite		Seite
2-Punkt-PWM-Signal	12, 31, 61	Proportionalbeiwert	58, 60, 84 ff
3-Punkt-PWM-Signal	12, 32, 61	Prozeßbedienen	38, 40 ff, 79
3-Punkt-Schritt-Signal	12, 33, 62	Prozegröße	19, 21
Adaption	72 ff	PWM-Signal	12, 31, 32, 61, 62
Alarm, absolut	12, 28, 54, 57	Radizieren	55, 57
Alarm, relativ	12, 29, 54, 57	Rampe	66
Alarm, Verhältnis	12, 36	Regeldifferenz	15
Alarm-Grenze	54, 57	Schalthysterese	34, 63
Alarm-Modus	54, 57	Schnittstelle, serielle	4, 65
Alarmmeldung	12	Schutzcode	67
Anstiegsantwort	85, 86	Selbsteinstellung	64
Anzeigeelemente	39	Selbstoptimierung	64, 72 ff
Arbeitspunkt	29, 34, 36, 59	Selbsttest	81
Automatik-Betrieb	38, 40, 41	SELECT-Taste	40, 43
Bedienebene	38 ff	Set-Point-Tracking	66
Bedienelemente	39, 40, 43	Sicherheitswert	30, 64, 65
Bedienung	38 ff, 43, 68	Signal, frequenzanaloges	9, 56, 57
Benutzercode	5, 67	Signal, stetig	11, 31
Binärausgang	12, 66	Signal, unstetig	11
Binäreingang	11, 65	Skalieren	54
D-Anteil	84 ff	Sollwert, externer	10, 11, 19, 50, 68
DISPLAY-Taste	40	Sollwert, interner	11
Einheitssignal	9, 10, 11, 55, 57	Sollwertgrenze	56
Einstellen von Zahlenwerten	42	Sollwertnachführung	66
Einstellregeln	72, 88 ff	Sollwertrampe	66
ENTER-Taste	40, 43	Sprache	65
Fehlermeldung	81 ff	Sprungantwort	84 ff
Festwertregelung	15, 17	Standardregler	13, 15, 16, 69
Filter	26, 35, 57, 58	Statusanzeige	80
Folgeregulation	19, 45	Stellgrößenbegrenzung	55, 61, 62, 63
Hand-Betrieb	38, 40, 41	Stellungsregelung	12
HAND/AUTO-Taste	40	Stellungsrückmeldung	11
Hauptregelkreis	23 ff	Störgrößenaufschaltung	17, 18, 58, 68
Hauptregler	23 ff, 34, 58, 77	Taste »Pfeil oben«	40, 43
Hilfsregelkreis	23 ff	Taste »Pfeil unten«	40, 43
Hilfsregler	23 ff, 77	Thermoelement	10, 55, 56
I-Anteil	84 ff	Totbereich um den Sollwert	59
Impulsausgang	61	Tune	64, 72 ff
Kaskadenregelung	23, 45, 53, 55, 71	Überlappungsbereich	33, 62
Kompensationsglied	17, 36	Unempfindlichkeitsbereich	33, 34, 63
Konfigurieren	38, 43 ff, 79	Vergleichsstellenkompensation	10, 56
Linearisierung	27	Verhältnisregelung	21, 22, 45
Mastercode	5, 39	Verhältnissollwert	21
Nachstellzeit	29, 34, 58, 59, 86 ff	Verstärkungsfaktor	58, 59
P-Anteil	84, 87	Vorhaltzeit	29, 34, 36, 58, 59
Parametrieren	38, 68 ff, 79	Widerstandsthermometer	9, 55
PID-Regler	29, 34, 84 ff, 88 ff	Wirkungssinn	29, 61, 65



9.5 Anwenderkonfiguration

Struktur des Reglers:

Eingang 1

Eingangssignaltyp:			
Wurzelfunktion:	ja	nein	
Skalierung:	X2o:	X2u:	
Frequenz:			
Alarmmodus:	rel.	abs.	
Alarmgrenzen:	X1+:	X1-:	Hy:
Eingangsfilter:	Fg1		
Sollwertgrenzen:	W1o:	W1u:	

(Eingang 2)

Eingangssignaltyp:		
Wurzelfunktion:	ja	nein
Skalierung:	X1o:	X1u:
Frequenz:		
Eingangsfilter:	Fg2	

(Bei Störgrößenaufschaltung: Parameter des PDT1-Gliedes)

Kps:	Tds:	Ts:	X0:
------	------	-----	-----

Regler 1

Kp1:	(Kp2:)	Tn:
o.k.	Xtb:	Y0:

(Regler 2)

Kp1:	(Kp2:)	Tn:
Tv:	Xtb:	Yo:

Ausgang

stetig	Stellung	2-Pkt-PWM
3-Pkt-PWM	3 Pkt-Sch	



Sicherheit

Ys:

Adaption Regler 1

Tune:	ein	aus
Adaption:	ein	aus
Optimierungsschritte	nein	ja
Übergangsverhalten	nein	ja

(Adaption Regler 2)

Tune:	ein	aus
Adaption:	ein	aus
Optimierungsschritte:	nein	ja
Übergangsverhalten:	nein	ja

Zusätze:

Sprache:	Deutsch	Englisch	Französisch
----------	---------	----------	-------------

(Seriell:)

Binäreingang:

Binärausgang:

Rampe:

Set-Point-Tracking:

Anzeigedarstellung in Zeile 2:

Sicherheitscode:





NOTIZEN

CONTENTS:

1	GENERAL SAFETY INSTRUCTIONS	99
2	CHARACTERISTICS AND POSSIBILITIES OF USE (OVERVIEW)	100
3	INSTALLING THE CONTROLLER	102
4	CONNECTIONS	102
4.1	Pin assignments	102
4.2	Supply voltages	103
4.2.1	<i>115/230 V and 24/48 V Changeover</i>	<i>104</i>
4.2.2	<i>24V DC/AC Converter for operation at 24 V DC</i>	<i>104</i>
4.3	Signal inputs	105
4.4	Signal outputs	107
5	CONTROLLER STRUCTURES	109
5.1	Overall Structure of the Digital Industrial regulator	109
5.2	Controller for single control loop	111
5.2.1	<i>Single control loop</i>	<i>111</i>
5.2.2	<i>Standard controller structure</i>	<i>111</i>
5.3	Controller with additional functions for feed forward control	113
5.3.1	<i>Single control loop with feed forward control</i>	<i>113</i>
5.3.2	<i>Feed forward controller structure</i>	<i>113</i>
5.4	Controller with additional functions for follow-up control	115
5.4.1	<i>Servo-control (external set-point input)</i>	<i>115</i>
5.4.2	<i>External setpoint controller structure</i>	<i>115</i>
5.5	Controller with additional functions for ratio control	117
5.5.1	<i>Ratio control</i>	<i>117</i>
5.5.2	<i>Ratio controller structure</i>	<i>118</i>
5.6	Controller with additional functions for cascade control	119
5.6.1	<i>Cascade control</i>	<i>119</i>
5.6.2	<i>Cascade controller structure</i>	<i>120</i>
5.7	Explanations of the controller structures' function blocks	122



6	OPERATION	134
6.1	Operating levels	134
6.2	Operator controls and indicators	135
6.3	Process operation	136
6.4	Setting numeric values	138
6.5	Configuration	139
6.5.1	<i>Operation during configuration</i>	139
6.5.2	<i>Main menu of the configuration level</i>	140
6.5.3	<i>Configuration menus</i>	142
6.5.4	<i>Meanings of the symbols in the configuration menus</i>	150
6.6	Parameter definition	164
6.6.1	<i>Operation during parameter definition</i>	164
6.6.2	<i>Parameter definition menus</i>	164
7	SELF-OPTIMISATION	168
7.1	Stability and control quality	168
7.2	Principle of self-optimisation by adaption	168
7.3	Principle of self-optimisation by tuning	168
7.4	Operating principle of the tuning and adaption modules	170
7.5	Notes on using the tuning and adaption module	171
7.6	Operating the tuning and adaption functions	175
8	ERROR MESSAGES AND WARNINGS	177
9	ANNEX	180
9.1	Characteristics of PID controllers	180
9.2	Rules for adjusting PID controllers	184
9.3	List of abbreviations	187
9.4	Index	188
9.5	Userconfiguration	189

1 GENERAL SAFETY INSTRUCTIONS



To ensure that the device functions correctly, and will have a long service life, please comply with the information in these Operating Instructions, as well as in the application conditions and the additional data given in the data sheet:

- When planning the application of the device, and during its operation, observe the general technical rules!
- Installation and maintenance work should only be carried out by specialist staff using the correct tools!
- Observe the relevant accident prevention and safety regulations for electrical equipment during the operation and maintenance of the unit!
- If the controller is part of a complex automation system, a defined and controlled re-start must be carried out following an interruption of operation.
- Always switch off the voltage before carrying out work on the device!
- Take suitable measures to prevent unintentional operation or impermissible impairment.
- If these instructions are ignored, no liability will be accepted from our side, and the guarantee on the device and on accessory parts will become invalid!



2 CHARACTERISTICS AND POSSIBILITIES OF USE (OVERVIEW)

The digital industrial controller is designed as a PID controller for controlling tasks in the process control technology. It represents a new controller generation based on a microprocessor.

Either standard *current/voltage* and frequency-analog signals can be applied to the scaleable **controller inputs** or resistance thermometers and thermocouples can be connected.

Outputs for continuous standard signals or relay outputs can now be used as **controller outputs**.

In addition, outputs for error reports and a binary input and output for additional functions are available.

RS 232 or RS 485 / PROFIBUS serial interfaces are available as connection options.

The following **control tasks** can be realised with the controller:

- **Fixed setpoint control (single control loop)**
- **Fixed setpoint with feed forward control**
- **Follow-up control** (external set-value)
- **Ratio control**
- **Cascade control**

The controller is characterised by **user-friendly operation** and has a backlit, easily legible LCD plain language display.

The following operator actions can be carried out with menu support in various operator control levels:

- Configuration (defining the controller structure),
- Parameter definition (setting controller parameters),
- Process operation (manual interventions).

Configuration and parameter definition data is stored in an EEPROM to protect against power failures.



NOTE

The digital industrial regulator complies with the 73/23/EWG Low Voltage Regulations and the EMC 89/2338/EWG Regulations.



Unauthorized operation of the individual operator control levels can be rendered impossible by a free choice of **user codes**. Regardless of this, a permanently programmed and invariable master code exists which allows access to all levels. **This 4-digit master code can be found on the bottom margin of this page.** It can be cut out and stored separately from the instruction manual.

Self-optimization algorithms (for self-adjustment and adaption) are implemented in the controller and ensure automatic adaption of the controller's parameters to the process in the closed control loop.
Figure 1 shows an **overview** of the controller.

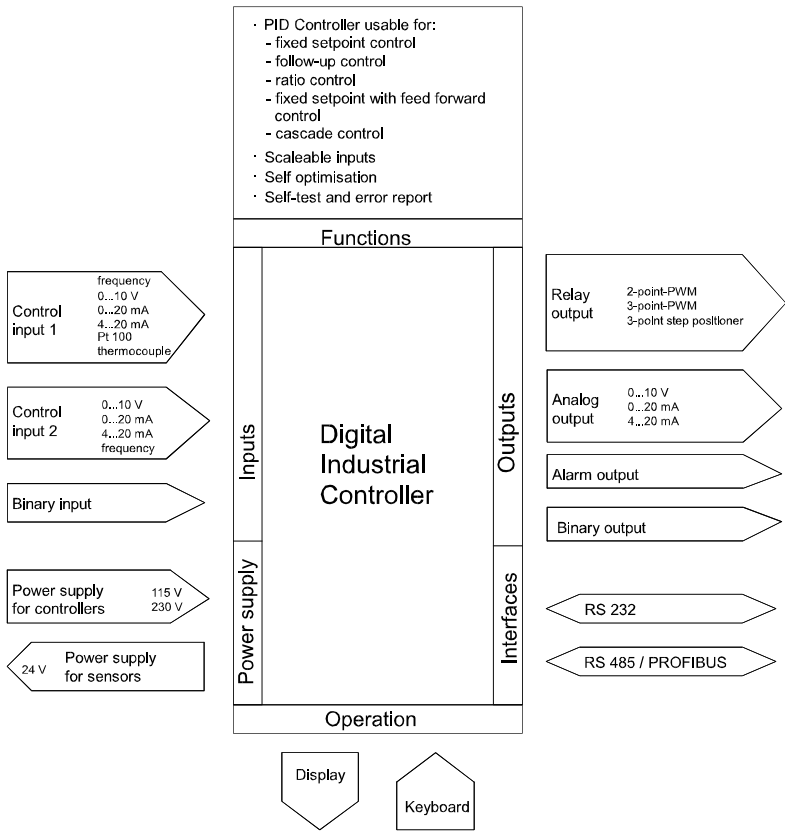


Figure 1: Overview diagram

Mastercode for digital industrial controller:
8575



3 INSTALLING THE CONTROLLER

The controller was conceived for **installation in switch panels**. On the controller, first of all remove the retaining elements engaged on both sides by swivelling in anticlockwise direction. Insert the controller, including the enclosed rubber seal, into the insertion opening from the front. Then again engage the two retaining elements in the bolts on the sides of the housing and screw in the threaded pin inside from the rear.

Switch panel insertion opening (W x H):	92 x 92 mm ² (+0,8 mm)
Outer controller dimensions (W x H x D):	96 x 96 x 173 mm ³
Controller weight:	960 g
Degree of protection:	IP 65 (front when using the enclosed seal)
Operating temperature:	0 bis +50 °C
Storage temperature:	-20 bis +60 °C



ATTENTION!

To ensure the electromagnetic compatibility (EMC) the screw terminal TE (Technical Earth) must be connected to the earth potential by a cable that is as short as possible (30 cm, 2.5 mm²)

4 CONNECTIONS

4.1 Pin assignments

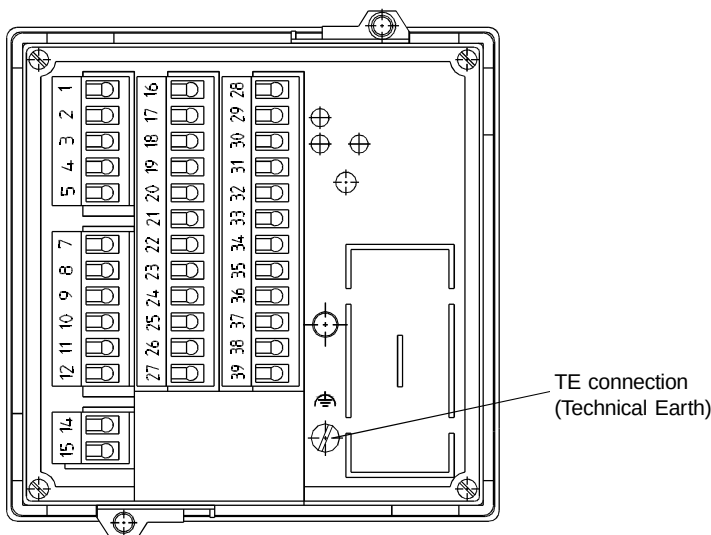


Figure 2: Rear side of controller

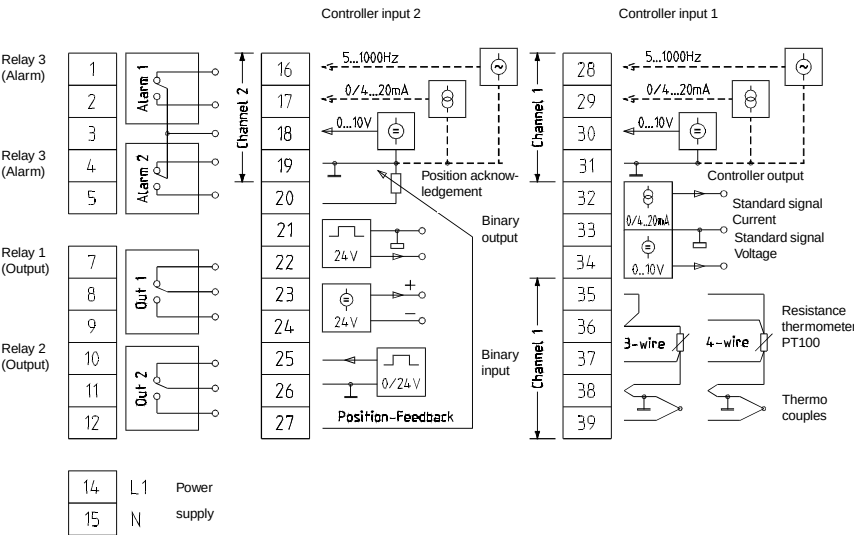


Fig. 3: Allocation of the terminal strip



NOTE

When connecting the sensor lines:

- Lay the lines separate from the power lines (lines in which large currents flow) and high frequency lines. Never under any circumstances use multi-pole cables to carry both power and sensor lines.
- When using screened cables, only connect the screen at one end. Never under any circumstances connect the screen to both the protective conductor and the earth of the regulator input.

4.2 Supply voltages

Power supply for the controller:		Connect to terminals 14 and 15.
Model 1:	115 / 230V 50 ... 60 Hz	
Model 2:	12 / 24V 50 ... 60 Hz	
Power supply for transducers:	24 V DC	Accessible on terminals 23 and 24.



ATTENTION!

To ensure the electro-magnetic compatibility (EMC), the screw terminal TE (Technical Earth) must be connected to the earth potential with a short cable (30 cm, 2.5 mm²).



4.2.1 115/230 V and 24/48 V Changeover

By means of a jumper inside the unit, the supply voltage can be changed from 230 V to 115 V, or from 12 V to 24 V respectively. This adaptation must take place before installing the unit.

Procedure:

- Insert all connection and supply lines
- Remove the connecting screw for the Technical Earth
- Remove the optionally-installed interface card (if present)
- Undo the four screws on the rear plate, and remove the rear plate
- Pull the unit one third of the way out of the housing
- The jumper is easily accessible on the power supply printed-circuit board, positioned immediately in front of one of the relays and identified by the numbers 1-4 on the board.
- At delivery, the connector is positioned between contacts 2 and 4
- To change the unit to 115V or 12 V respectively, contacts 1 and 3 must be bridged with the connector. Proceed identically when changing from 24V to 12V.
- Finally, push the unit back into the housing, and screw on the rear plate.



NOTE

If the unit is to be set to the lower voltage, please ensure that the voltage does not exceed the quoted tolerances, and make a note on the wiring diagram.

4.2.2 24V DC/AC Converter for operation at 24 V DC

The 12/24V AC controller model can also be operated at 24 VDC using an optional DC/AC converter. Up to 3 controllers can be supplied from a single converter. (Order number: 19139J)

Supply voltage	16V - 26V DC
Output voltage	16V-26V AC (50 Hz)
Efficiency	> 95%
Switch-on delay	max. 5 secs
Dimensions (WxHxD)	23 x 75 x 110 mm ³



4.3 Signal inputs

All signal inputs are short-circuit proof, are voltage-stable to 41 volts and are galvanically isolated with regard to the outputs and the supply voltage.

Controller input 1:

The following input configurations are available:

- **Input for standard signal (voltage) 0 ... 10 V** **Terminals 30 and 31**

Input resistance:	> 400 kΩ
Measuring error:	< 0,2 %
Temperature influence:	< 0.2 % / 10 degrees

- **Input for standard signal (current) 0 (4) ... 20 mA** **Terminals 29 and 31**

Input resistance:	< 300 Ω in accordance with DIN IEC 381 (typically 200)
Measuring error:	< 0,2 %
Temperature influence:	< 0.2 % / 10 degrees
Nominal temperature:	22 °C
Wire breakage and short-circuit detection within the range from 4 to 20 mA	

- **Input for frequency-analog signal 5 ... 1000 Hz** **Terminals 28 and 31**

Input resistance:	> 10 kΩ
Measuring error:	< 0,1 %
Signal types:	Sine wave, square wave, delta (> 300 mVpp)

- **Input for connection of Pt 100 resistance thermometers** **Terminals 35, 36, 37, 38**
(in accordance with DIN 43760 for 3 and 4-wire connection)

Measurement range	- 200 to + 850 °C
Measurement current	max. 0,5 mA
Measuring error	± 0.2 % ± 2 digits



NOTE

If the displayed values are fluctuating, set the limit frequency of the digital filter to a lower value in the Inputs menu and check the TE connection.

- **Input for connection of thermocouples** **Terminals 38 and 39**

For the following thermocouples, the characteristics are linearised internally:

Type	Thermocouple pair	Measurement range	Accuracy
J	Fe - CuNi	-200 to +1200 °C	< ± 0.3 % ± 1 Digit
K	NiCr - Ni	-200 to +1370 °C	< ± 0.3 % ± 1 Digit
T	Cu - CnNi	0 to +400 °C	< ± 0.3 % ± 2 Digit
R	Pt 13Rh - Pt	0 to 1760 °C	< ± 0.3 % ± 1 Digit
S	Pt 10Rh - Pt	0 to 1760 °C	< ± 0.3 % ± 1 Digit



NOTE

If the displayed values are fluctuating, set the limit frequency of the digital filter to a lower value in the Inputs menu and check the TE connection.

Input impedance: > 1 MΩ

Comparison point compensation:

- internal with integrated NTC thermistor
Comparison point compensation error: 0.5 K ± 1 digit
- external with Pt 100 resistance thermometer

Controller input 2

- **Input for standard signal (voltage) 0 ... 10 V** **Terminals 18 and 19**
(same technical data as for controller input 1)
- **Input for standard signal (current) 0 (4) ... 20 mA** **Terminals 17 and 19**
(same technical data as for controller input 1)
- **Input for frequency-analog signal 5 ... 1000 Hz** **Terminals 16 and 19**
(same technical data as for controller input 1)

Configurable for:

- Feed forward control
- Follow-up control (external setpoint)
- Ratio control
- Cascade control



- **Input for the connection of a potentiometer** **Terminals 19, 20 and 27**
for position feedback (1 ... 10 kΩ)
for position regulation
- **Binary inputs** **Terminals 25 and 26**

Input resistance: > 25 kΩ

Configurable line of action:

Logical value	Voltage	not inverted	inverted
0	0 ... 4,5 V	nactive	active
1	13 ... 35 V	active	inactive

Configurable functions:

- Changeover between manual and automatic mode
 - Changeover between external and internal setpoint *)
 - Triggering alarms
 - Safety value output
- *) Available only if controller input 2 has been configured for an external setpoint.

4.4 Signal outputs

Controller output

The following output configurations are available:

Controller output for continuous signals

- **Output for standard signal 0 ... 10 V** **Terminals 33 and 34**
max. load current: 5 mA
Accuracy: 0,5 %
- **Output for standard signal 0 (4) ... 20 mA** **Terminals 32 and 33**
max. load resistance: 600 Ω
Accuracy: 0,5 %

Controller outputs for discontinuous signals

2 relays with one potential free changeover contact each:

Relay 1 **Terminals 7, 8 and 9**

Relay 2 **Terminals 10, 11 and 12**



DIGITAL INDUSTRIAL CONTROLLER

The following output signals are configurable (cf. Sections 5.7 and 6.5.4):

- 2-point PWM signal (PWM: Pulse width modulation)
- 3-point PWM signal
- 3-point step signal
- 3-point step signal with external feedback (position control)

Electrical data of the relay	AC	DC
Max. switched voltage	250 V	300 V
Max. switched current	5A	5A
Max. switched power	1250 VA	100 W at 24V, 30 W at 250V

• Binary output

Terminals 21 and 22

max. load current: 20 mA

Configurable line of action (not inverted / inverted):

Logical value	Output	not inverted	inverted
0	high resistance	inactive	active
1	17.5 ... 24 V	active	inactive

Configurable functions:

- Signal: *Alarm has occurred*
- Signal: *Error has occurred*
- Signal: *MANUALmode*

Outputs for alarms

2 relays with one potential free changeover contact and internal connected base (see connection diagram):

Relay 3

Terminals 1, 2 and 3

Relay 4

Terminals 3, 4 and 5

Configurable alarms:

- Alarm, absolute
- Alarm, relative
- Alarm, ratio

Electrical data of the relay	AC	DC
Max. switched voltage	250 V	300 V
Max. switched current	5A	5A
Max. switched power	1250 VA	100 W at 24V, 30 W at 250V

5 CONTROLLER STRUCTURES

5.1 Overall Structure of the Digital Industrial Controller

Figure 4 shows the overall structure of the digital industrial controller in the form of a signal flow chart. In addition to function blocks, it contains function selectors which are used to set a concrete controller structure when configuring the controller.

The following concrete controller structures can be configured on the basis of the overall structure:

- Controller for single control loop
(*Standard controller* structure)
- Controller with additional functions for feed forward control
(*Feed forward controller* structure)
- Controller with additional functions for follow-up control
(*External setpoint controller* structure)
- Controller with additional functions for ratio control
(*Ratio controller* structure)
- Controller with additional functions for cascade control
(*Cascade controller* structure)

The function blocks contained in the overall structure are explained in Section 5.7.

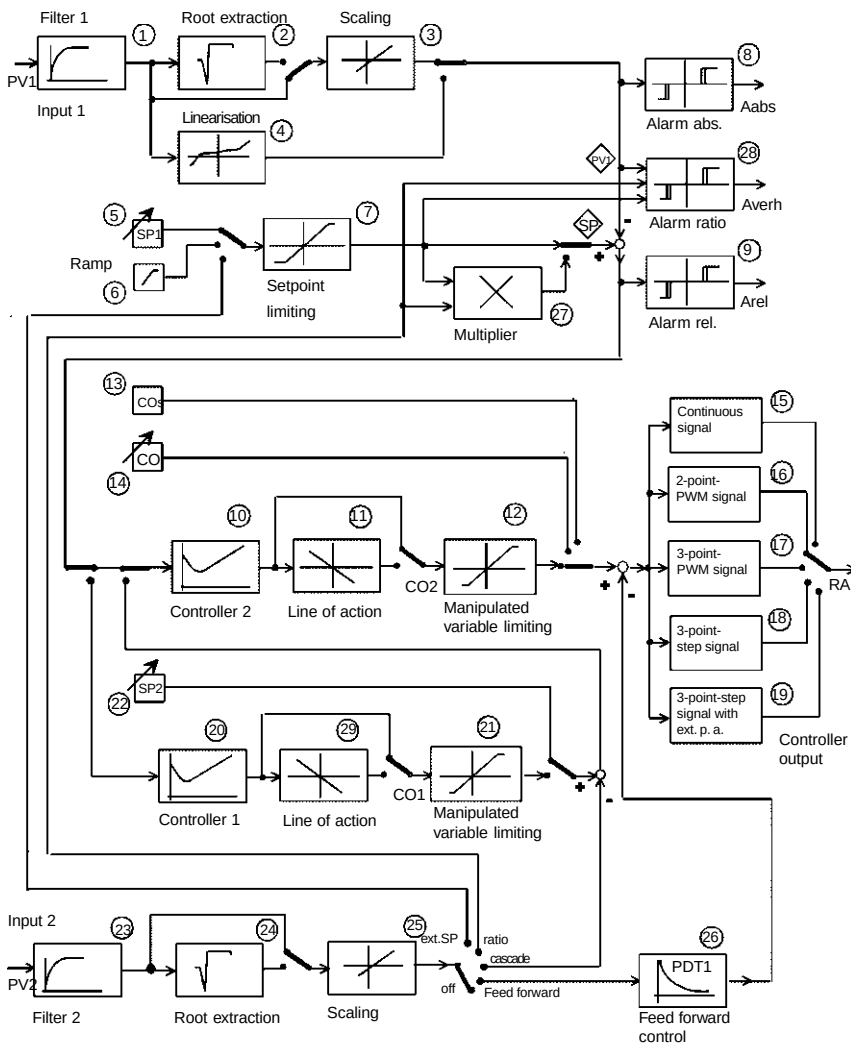


Figure 4: Overall structure of the Digital Industrial Regulator

Refer to Page 122 ff for a description of the function blocks

5.2 Controller for single control loop

5.2.1 Single control loop

If a control task consists of keeping a quantity (e.g. a temperature) at a fixed setpoint SP (constant), a fixed setpoint control configuration is used for this purpose. The control variable PV (temperature) is measured and compared against the setpoint SP (Figure 5).

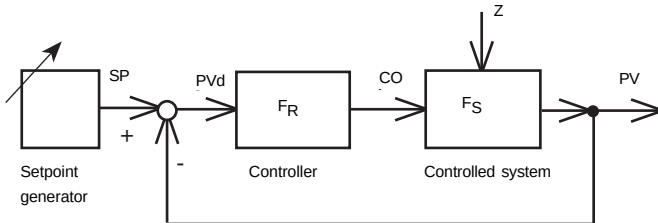


Figure 5: Single control loop

If it deviates from the setpoint as the result of a disturbance Z , for example, the controller generates a manipulated variable CO according to this deviation, which is referred to as the system deviation $PVd = SP - PV$, in such a way that the controlled variable PV is adapted as exactly as possible to the setpoint. A PID controller can be used for this purpose. With regard to its parameters, it must be configured so as to arrive at a control response that does justice to the task in hand (see Annex).

Example:

Let us look at control of a room's temperature as an example of a fixed setpoint control configuration in a single control loop. The aim is to compensate all disturbances that cause the room temperature to deviate from the temperature setpoint. The room temperature is compared against the setpoint SP . According to the system deviation PVd , the controller adjusts the fuel supply until the required room temperature has been reached.

5.2.2 Standard controller structure

The **standard controller** structure shown in Figure 6 is obtained by configuring the overall structure appropriately. It is based on PID controller 2. PID controller 1 is not used. Input 1 is used for the controlled variable $PV1$, while input 2 is not used. $SP1$ is the setpoint that has to be set.

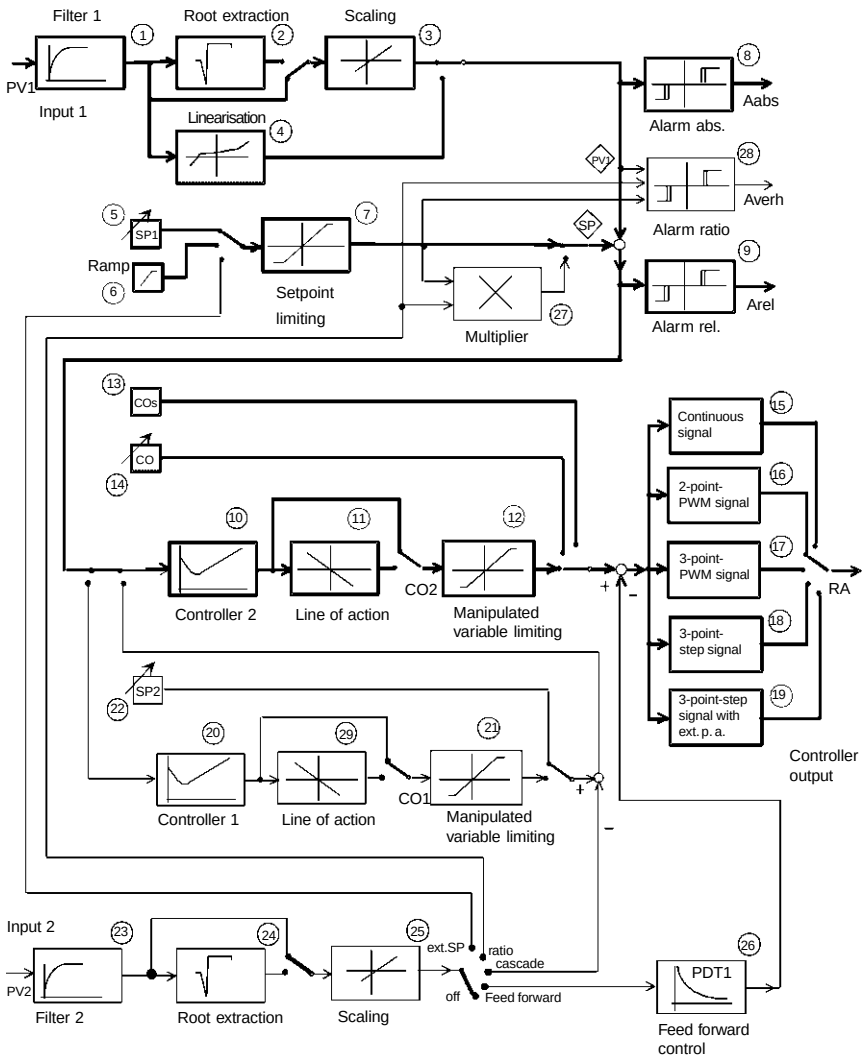


Figure 6: Structure of the Standard Controller

Description of the functional blocks from Page 122

5.3 Controller with additional functions for feed forward control

5.3.1 Single control loop with feed forward control

The control response of a single control loop can be improved substantially in most cases by feed forward control. The precondition for this is that the disturbance variable can be measured and recorded.

The disturbance can be fed either to the controller's input or output via a compensator F_k (Fig. 7). In the digital controller, the disturbance is fed forward to the controller's output. The compensator F_k consists of a PDT-1 element. This element's P component feeds forward in proportion to the disturbance. The D component feeds a value that is proportional to changes in the disturbance. Both components can be chosen freely when configuring or defining the parameters.

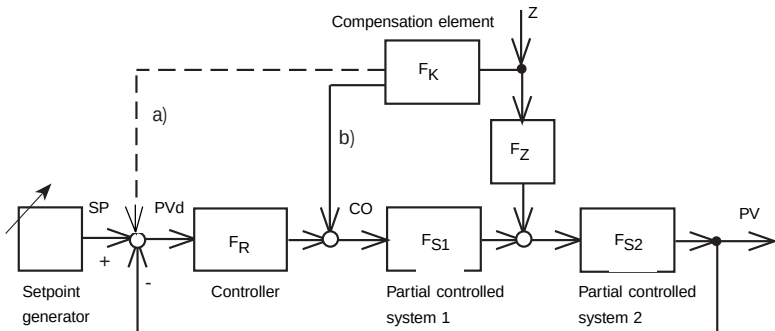


Figure 7: Single control loop with feed forward control

a) to the controller's input

b) to the controller's output

Example:

Let us take water level control in a steam boiler as an example of fixed setpoint control with feed forward control. The water level is measured and controlled by way of the supply of feed water. Here, the outgoing quantity of steam manifests itself in the form of the principal disturbance. If it is measured and additionally fed forward to the controller. The controller's response can be improved in this way.

5.3.2 Feed forward controller structure

The **feed forward** controller structure highlighted in Figure 8 is obtained by configuring the overall structure accordingly. It is based on PID controller 2. PID controller 1 is not used. Input 1 is used for the controlled variable PV1, while input 2 serves to feed the disturbance forward to the controller's output. SP1 is the setpoint that has to be set.

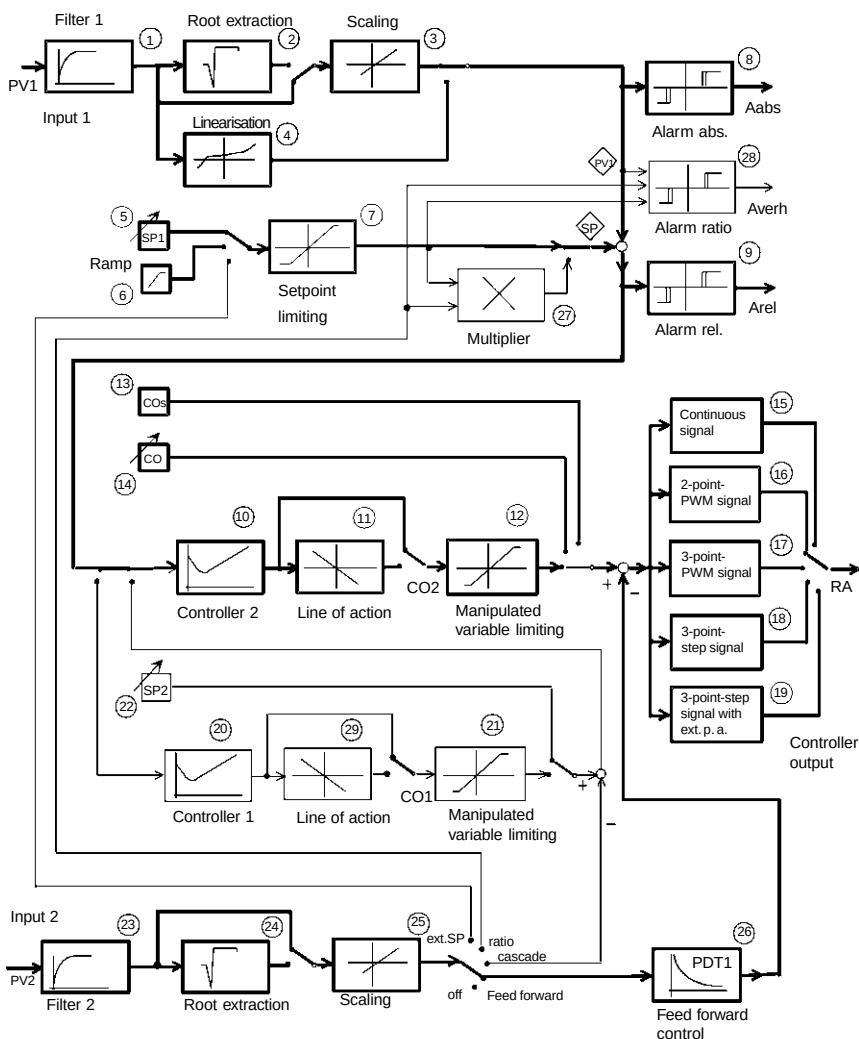


Figure 8: Structure of the feed forward control

Description of the functional blocks from Page 122

5.4 Controller with additional functions for follow-up control

5.4.1 Follow-up control (external set-point input)

The purpose of a follow-up control is to slave the controlled variable PV1 as exactly as possible to another variable, the command variable, which varies in time. Either a process variable PV2 originating from a system F_{s2} or a different variable with a given time progression can be used as the command variable (Figure 9).

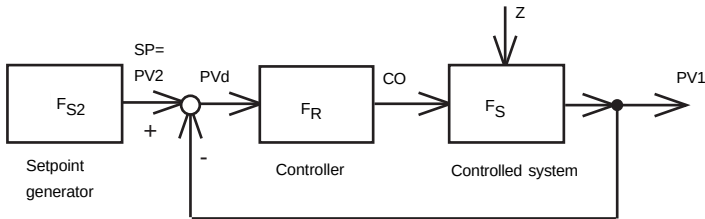


Figure 9: Follow-up control

The controller of a follow-up control configuration must be designed so as to arrive at a good response to setpoint changes with a short settling time and well-attenuated stabilisation.

Example:

Let us take a power steering system as an example of a follow-up control. The command variable PV2 for the angle of the wheel (controlled variable PV1) is specified by the position of the steering wheel.

5.4.2 External setpoint controller structure

The **external setpoint** controller structure highlighted in Figure 10 is obtained by appropriately configuring the overall structure. It is based on PID controller 2. PID controller 1 is not used. Input 1 is used for the control variable PV1, while the command variable is applied to input 2 as the external setpoint.

In this controller structure, the binary input can be used to switch between the external setpoint and the setpoint SP1.

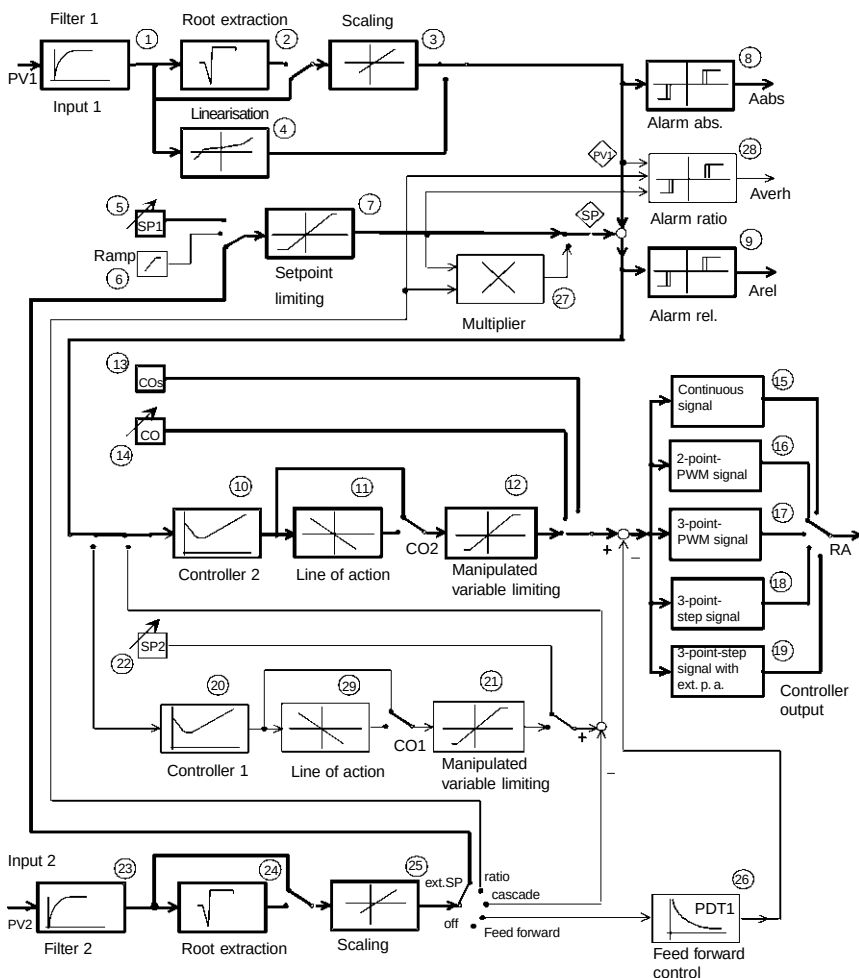


Figure 10: Structure for External Set-Point

Description of the functional blocks from Page 122

5.5 Controller with additional functions for ratio control

5.5.1 Ratio control

A ratio control is a special type of follow-up control and/or external set-point input. The task of a ratio control is to cause a controlled variable (PV1) to track another process variable (PV2) within a specific ratio.

PV1 is described as the **dependent** variable, and PV2 as the **command variable**.

In the regulated condition of the ratio control, the following equation applies:

$$SP_r = PV1 / PV2$$

SP_r: ratio set-point

PV1: dependent variable (controlled variable)

PV2: command variable

This gives the internal set-point for the channel X1 that is to be controlled:

$$PV1_{set} = PV2 * SP_r$$

$$SP = X2 * SP_r$$

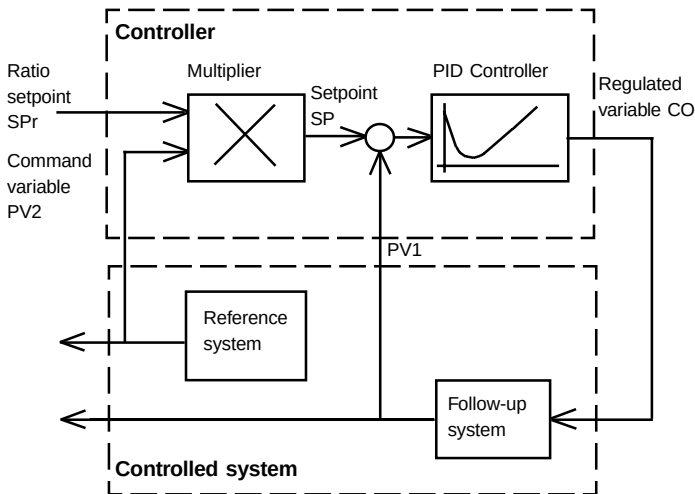


Figure 11: Ratio control

Example:

Let us take mixture control of an acid/alkali flow as an example of a ratio control system. The internal setpoint SP for the supply of acid (PV1 set) is generated by multiplying the flow rate of the alkali (command variable PV2) with the ratio setpoint SP_r.

5.5.2 Ratio controller structure

The **ratio controller** structure highlighted in Figure 12 is obtained by appropriately configuring the overall structure. It is based on PID controller 2. PID controller 1 is not used. Input 1 is used for the control variable PV1 and the process variable PV2 is applied to input 2. SP1 is the ratio setpoint that has to be set.

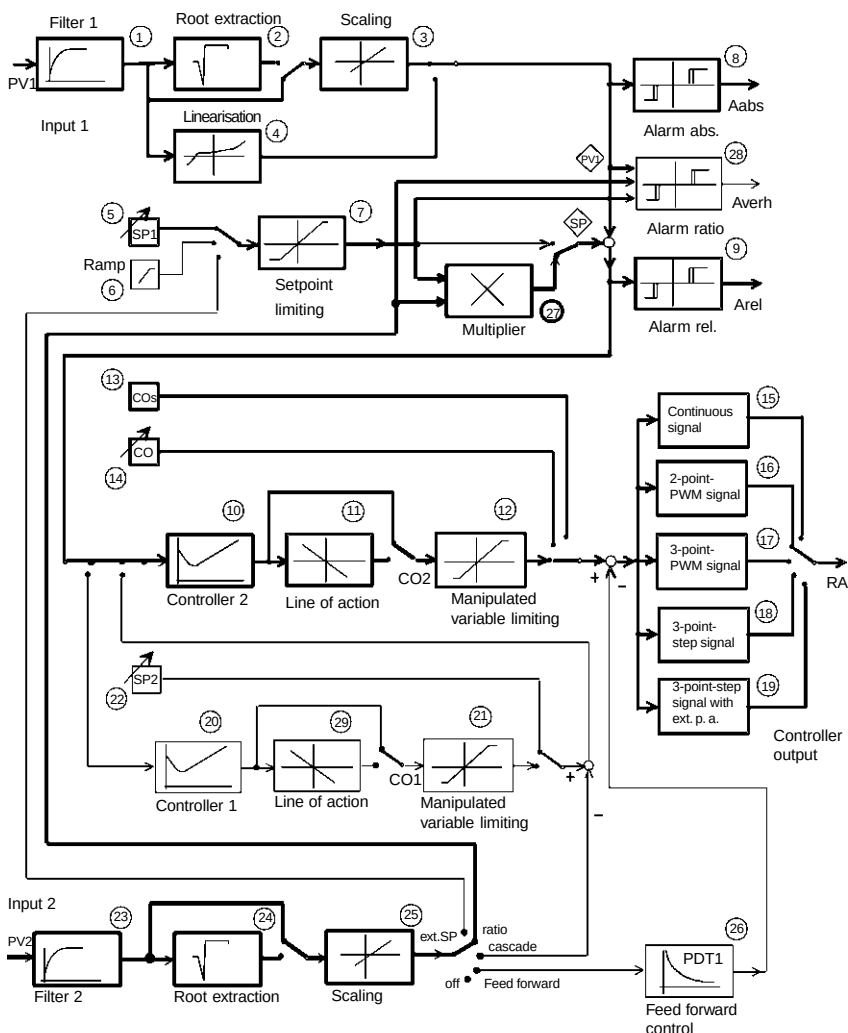


Figure 12: Ratio controller structure

See Page 25 ff for a description of the function blocks

5.6 Controller with additional functions for cascade control

5.6.1 Cascade control

In a cascade control, two control loops are interlinked so that one control loop (the main control loop) is superimposed on the other (the auxiliary control loop). We therefore speak of a double control loop (Figure 13).

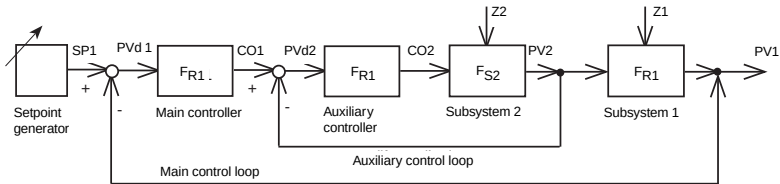


Figure 13: Cascade control

The controlled system is split into the two subsystems F_{S1} and F_{S2} . The controlled variable PV1 is measured on the subsystem F_{S1} and the auxiliary controlled variable PV2 is measured on the subsystem F_{S2} .

The auxiliary control loop consists of the auxiliary controller F_{R2} and the subsystem F_{S2} . The setpoint for the auxiliary control loop is given by the output variable CO1 of the main controller F_{R1} , which constitutes the main control loop together with the auxiliary control loop and the subsystem F_{S1} . The setpoint of the main control loop is specified as SP1.

A prerequisite for interaction between the two control loops is that the auxiliary control loop must have a faster time response than the main control loop, i.e. the essential delays are encountered in the sub-loop F_{S1} . Disturbances Z2 influencing the subsystem F_{S2} are balanced out by the faster auxiliary control loop and disturbances Z1 influencing the subsystem F_{S1} are balanced out by the main control loop.

Example:

Control of the temperature in a tank heated with hot steam can be mentioned as an example of a cascade control. A fast auxiliary control loop for control of the hot steam flow rate is superimposed on the slow temperature control loop with the main controller F_{R1} .



5.6.2 *Cascade controller structure*

The ***cascade controller*** structure highlighted in Figure 14 is obtained by appropriately configuring the overall structure.

PID controller 1 is used as the main controller and PID controller 2 as the auxiliary controller. Input 1 is used for the controlled variable PV1 of the main control loop and input 2 is used for the auxiliary controlled variable PV2.

SP1 is the setpoint for the main control loop. When the main controller is in AUTO mode, it specifies the setpoint for the auxiliary control loop. When the main controller is in MANUAL mode, a setpoint SP2 for the auxiliary control loop can be set on the keyboard.

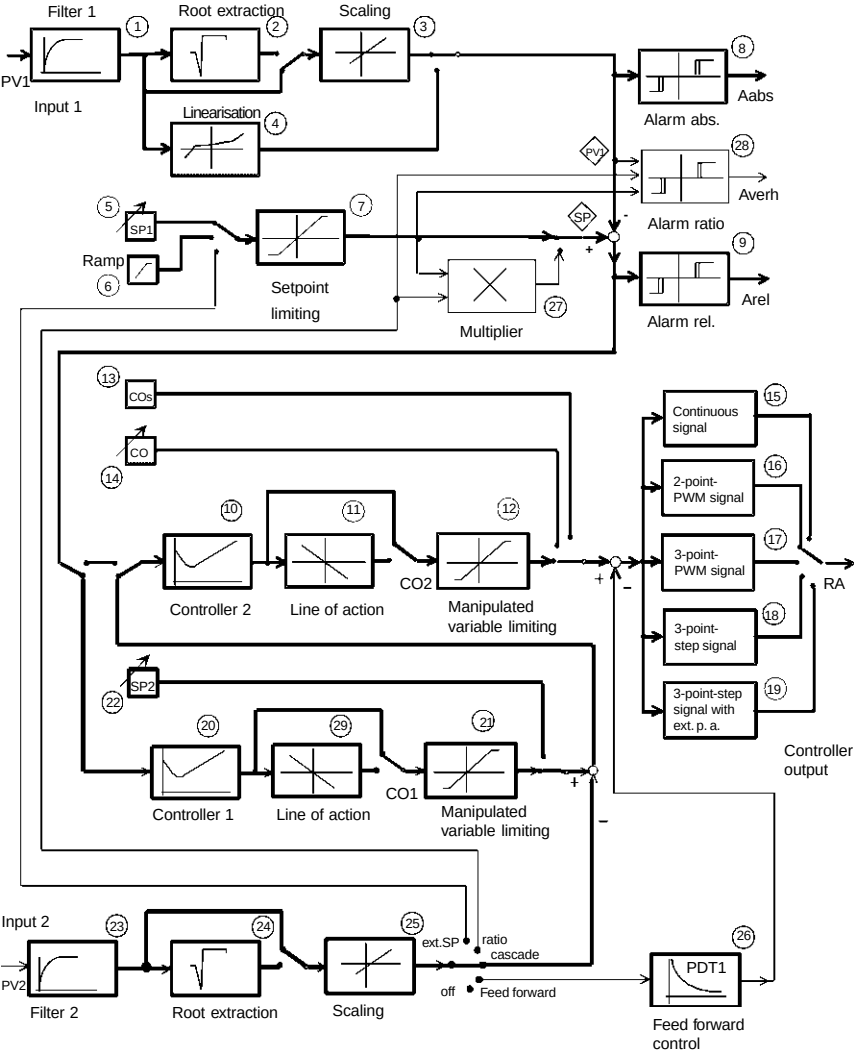


Figure 14: Cascade controller structure

See Page 122 ff for a description of the function blocks.



5.7 Explanations of the controller structures' function blocks

Functional Block 1: Filter at Input 1

Using the filter, the disturbance signals superimposed on the measured signal can be damped. The filter is designed as a 1st order low-pass filter.

The limiting frequency of the filter can be set up within the range 0.1 to 20.0 Hz via the parameters Fg1 (1st input) and Fg2 (2nd input) in Parameter (Filter menu) and Configure (Input 1 and Input 2 menus).

- 0.1 Hz (strong damping, time constant 1.6 seconds)
- 20.0 Hz (weak damping, time constant 0.01 seconds)



ATTENTION!

As, in some cases, the filter constant can have an effect on the regulation parameters, the settings of the limiting frequency of the filter should always be carried out before setting the regulation parameters.

Adjustable parameters:

Fg1: Limiting frequency (- 3 dB) of the filter at input 1.

Function block 2: Root extraction at input 1

This function serves to extract the square root of the input signal. It is needed whenever the flow rate is measured as a pressure difference on a nozzle or diaphragm (effective pressure method).

Function block 3: Scaling at input 1

Scaling assigns a numeric value to the measured electrical value that corresponds to the physical measured quantity (Figure 15).

Adjustable parameters:

PVh: High scaling value, which is assigned to the maximum current, voltage or frequency value.

PVl: Low scaling value, which is assigned to the minimum current, voltage or frequency value.

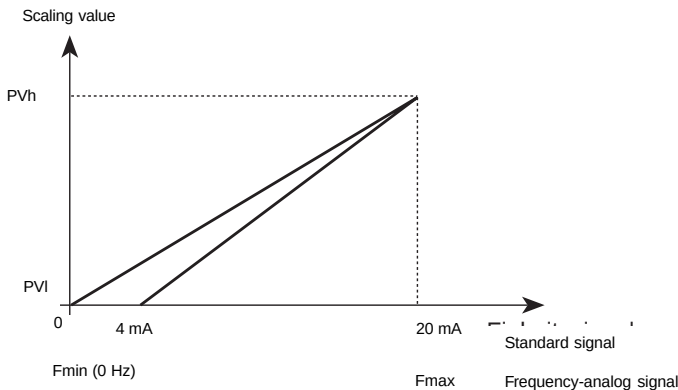


Figure 15: Scaling

Function block 4: Linearisation

The characteristics of the various thermocouples and of the Pt 100 are linearised internally.

Function block 5: Setting the setpoint SP1

Setting the set point using the regulator keyboard

Function block 6: Ramp

The set point can be continually increased or decreased using the ramp function.

Options:

- Ramp on: Setpoint ramp active. An entered setpoint is initialised by way of the ramp.
In a cascade control, the setpoint ramp is only available for the main controller. The ramp is only started when the controller is in Automatic mode.
- Ramp off: Setpoint ramp not active.

Adjustable parameters:

D: Pitch of the setpoint ramp

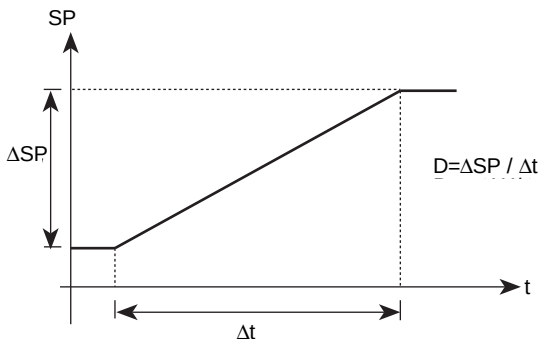


Figure 16: Ramp function

Function block 7: Setpoint limiting

A low and a high limit can be entered for the setpoint. The setpoint can only be adjusted within this range.

Adjustable parameters:

SPh: High setpoint limit

SPl: Low setpoint limit

Function block 8: Alarm, absolute

With this function, the alarm relay is operated if the controlled variable PV exceeds an upper limit or falls below a lower limit. The limits can be adjusted within the scaling range PVI .. PVh, or within the measurement range of the temperature inputs.

High limit violation: Alarm via relay 3

Low limit violation: Alarm via relay 4

Adjustable parameters:

PV+ : High alarm limit

PV- : Low alarm limit

Hy : Switching hysteresis

Function block 9: Alarm, relative

This function actuates the alarm relays when the system deviation exceeds a high limit or falls below a low limit. In this case, therefore, the limits are referred to the setpoint (relative). This alarm function is not available when ratio control is configured.

High limit violation: Alarm via relay 3

Low limit violation: Alarm via relay 4

Adjustable parameters:

PV+ : High alarm limit

PV- : Low alarm limit

Hy : Switching hysteresis

Function block 10: PID controller (2)

This function block is a parameter-definable PID controller that can be used either as a single controller or as an auxiliary controller within the scope of cascade control.

Adjustable parameters:

Kp: Amplification factor

Tr: Reset time

Td: Derivative action time

CO0: Operating point

Function block 11: Line of action

Here, a function selector can be used to set whether the actuator is to be triggered with a positive or negative line of action. When a positive line of action is set, the output signal CO of PID controller 2 increases along with rises in the system deviation PVD, while it decreases when the line of action is negative.

Options:

Inv. no: positive line of action

Inv. yes:negative line of action

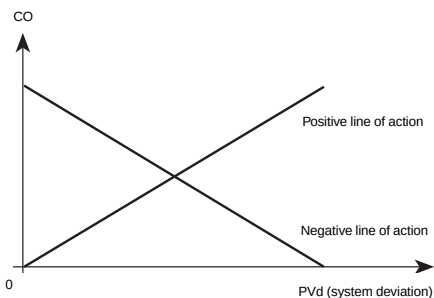


Figure 17: Line of action with reference to the P controller

Functional block 12: Setting the regulated variables

This function block can be used to define the range within which the controlled variable CO may vary.

Adjustable parameters:

COh: Maximum value of the controlled variable

COl: Minimum value of the controlled variable

For 3-point PWM signals, the heating / cooling range can be limited separately. If the variable is at a limit value, the integrator circuit will be active.

Chh: Maximum value of the heating variable (Relay 1)

Chl: Minimum value of the heating variable (Relay 1)

Cch: Maximum value of the cooling variable (Relay 2)

Ccl: Minimum value of the cooling variable (Relay 2)

For a 3-point step output without external feedback, the variable limitation is not available.

Function block 13: Safety value

Here, you specify the controlled variable that is to be output in the event of a malfunction occurring or if the binary input is activated (when the „Output safety value“ function is configured; see Section 6.5.4)

Adjustable parameters:

COs: Safety value of the control variable

Function block 14: Manual controlled variable adjustment

This functional block can be activated at the Process Operation level. The manual variable setting is only possible in the MANUAL operating mode of the unit. The control element is switched out by the controller, and driven with the last-calculated set variable. The value can now be changed using the “arrow” keys (See Par. 6.3).

Function block 15: Continuous signal

The controlled variable CO is output as a continuous signal Ra (see Figure 6, for example). Three standard signals can be selected:

- Standard signal 0...10 V
- Standard signal 0...20 mA
- Standard signal 4...20 mA

Function block 16: 2-point PWM signal

2-point output

When using a switching output, such as the 2-point PWM output, the continuous variable CO, which is calculated by the PID algorithm, must be converted into a switching signal.

This conversion takes place via a PWM element (PWM: Pulse-Width Modulation). The relay will be clocked with a changeover period which is proportional to CO. In this way, a quasi-continuous behaviour is achieved. The period T_+ of the PWM signal must be adapted to the regulated system.

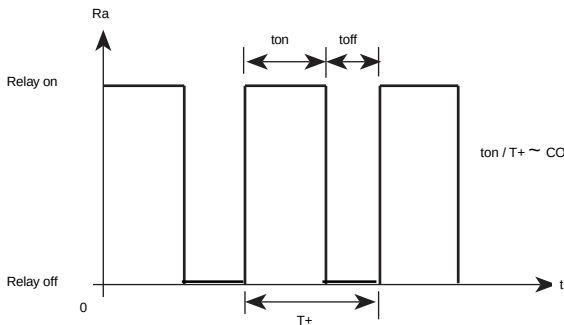


Figure 18: 2-point PWM signal

$$CO = t_{on} / T_+ \cdot 100\%$$

$$t_{on} = CO / 100 \% T_+$$

Adjustable parameter:

T+: Period of the 2-point PWM signal

Options:

Imp. no: Use of a standard valve.
The 2-point PWM signal is output via relay1

Imp. yes: Use of a pulse valve. 2 relays are used for output in this case.
Relay 1 is energised with the rising edge of the 2-point PWM signal, while relay 2 is energised with its falling edge. A pulse valve can be actuated in this way. The valve's pick-up winding is triggered with relay 1, while its drop-out winding is triggered with relay 2.

Function block 17: 3-point PWM signal

3-point Output

The 3-point PWM output is a combination of two 2-point PWM outputs. One PWM output controls the output relay 1 (Output relay, heat) dependent on CO_h , while the other PWM output controls the output relay 2 (Output, cool) dependent on CO_k .

Each of the two outputs is subordinated to a PID algorithm within the controller. The following diagram shows the principle of the controller characteristic for the 3-point output:

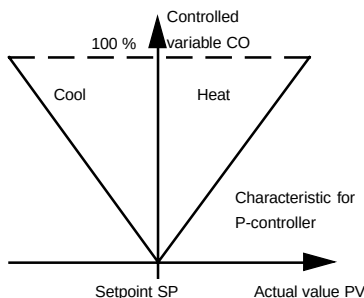


Figure 19: 3-point output

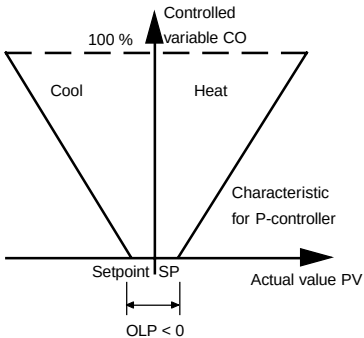
The Output, Heat period, T+, and the Output, Cool period, T-, can be set separately of one another.

In addition, the amplification factors for both controllers (heat / cool) can be separately adjusted. The reset time Tr (I-portion of the controller) and the derivative action time Td (D-portion of the controller) are the same for both controllers.

Overlap area

When using the 3-point PWM Output, the following controller behaviour results in the area around the set-point, depending on the setting of the overlap area:

Overlap area negative (Dead range)



Overlap area positive (overlap)

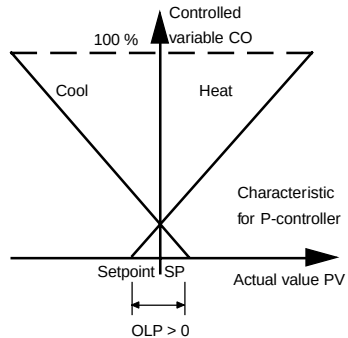


Figure 20: Overlap area for 3-point PWM signal

Adjustable parameters:

- T+:** Period for switching relay 1 (heating)
- T-:** Period for switching relay 2 (cooling)
- OlP:** Overlap zone (heating and cooling)

Funktionsblock 18: 3-Punkt-Schritt-Signal

The 3-point step signal can be used to control motor-driven actuators. In doing so, TCO is the time needed to move the actuator from one end position to the other.

Adjustable parameters:

- Gt:** Backlash of the gearbox when shifting from forwards to reverse
- Psd:** insensitive area (for explanation, refer to Chapter 6.5.4)
- TCO:** Regulating time (motor running time)

Function block 19: 3-point step signal with external position acknowledgement (Position control)

This signal serves to control motor-driven actuators on which a position acknowledgement is provided by way of a potentiometer. The resistance value of the acknowledgement potentiometer must be within the range from 1 k Ω to 10 k Ω .

Adjustable parameters:

Psh: Switching hysteresis

Psd: Insensitivity zone

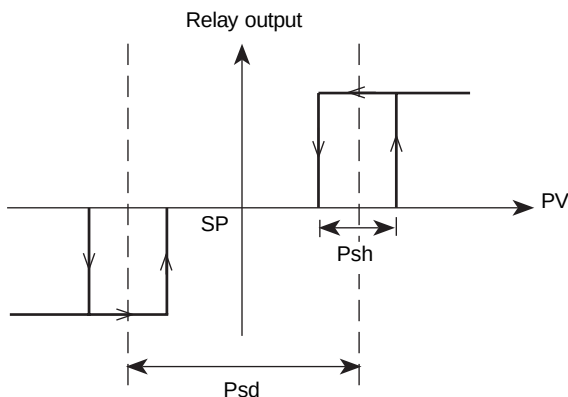


Figure 21: 3-point step signal

Function block 20: PID controller 1

This function block is a parameter-definable PID controller that is used as a main controller for cascade control.

Adjustable parameters:

Kp: Proportional action coefficient / Gain

Tr: Reset time

Td: Derivative action time

Pdb: Dead area

CO0: Operating point

Function block 21: Manipulated variable limiting

This function block can be used to define the range in which the output variable of controller 1 may vary.

Adjustable parameters:

COh: Maximum value of the output variable

COl: Minimum value of the output variable

Function block 22: Setting the setpoint SP2

Setting the set-point via the controller keyboard (set-point of the subordinate controller for cascade regulation).

Function block 23: Filter at input 2

The filter can be used to attenuate interference signals superimposed on the measured signal. The filter consists of a low pass filter of the first order (see Functional Block 1).

Adjustable parameters:

Fg2: Limiting frequency (- 3 dB) of the filter at input 2.

Function block 24: Root extraction at input 2

This function serves to extract the root of the measured signal at input 2 (see Functional Block 2).

Function block 25: Scaling at input 2

Function corresponding to function block 3.

Adjustable parameters:

P2h: High scaling value, which is assigned to the maximum current, voltage or frequency value.

P2l: Low scaling value, which is assigned to the minimum current, voltage or frequency value:

Function block 26: PDT1 element

This function block is the compensator for feed forward control (compare Figure 7).

Adjustable parameters:

Kps: Proportional action coefficient / Gain
Tds: Derivative action time
Ts: Time constant
PV0: Operating point

Function block 27: Multiplier

In this function block, the command variable PV1 set for ratio control is generated by multiplying the process variable PV2 with the ratio setpoint SP1 (cf. Figure 11).

Function block 28: Alarm, ratio

This function serves the purpose of alarming in a ratio control.
 In a ratio control, the following alarms are possible as alternatives in addition to an alarm, absolute, that refers to the controlled variable PV1 (cf. Function block 8):

Alarm, ratio absolute

The alarm relay will be operated if the actual value of the ratio of the regulated variable PV1 to the process variable PV2 exceeds an upper limit or falls below a lower limit.

Alarm, ratio relative

The alarm relay will be operated if the control system deviation of the ratio exceeds an upper limit or falls below a lower limit.
 In this case, the limit value for an alarm message are therefore related to the ratio set-point (relative).

Adjustable parameters:

PV+: Upper limit for alarm message (Actual value of Input 1)
PV-: Lower limit for alarm message (Actual value of Input 1)
Pr+: Upper limit for alarm message (Actual value of ratio)
Pr-: Lower limit for alarm message (Actual value of ratio)
Hy: Switching hysteresis



Functional Block 29: Direction of action

Here, the structure switches can be set to determine whether the output signal CO1 of PID controller1 (main controller of the cascade regulation) will be used with a positive or negative direction of action. With a positive direction of action, the output signal increases with increasing control difference PVd1, with negative direction of action, it reduces (cf. Functional Block 11).

Options:

Inv. No:	positive direction of action
Inv. Yes:	negative direction of action



6 OPERATION

6.1 Operating levels

The controller has two operating modes, MANUAL and AUTOMATIC. It can be operated either in MANUAL or in AUTOMATIC mode. Operation is broken down into 3 levels:

- **Configuration**

In the configuration level, concrete controller structures can be selected and the inputs and outputs can be adapted to connected sensors and actuators.

All parameter definition data can also be entered.

During the course of configuration, the controller is always in MANUAL mode. Once configuration is completed, the controller assumes the operating mode it was in before configuration.

- **Parameter definition**

At the Parametrisation level, the regulator parameters can be entered on the basis of the selected regulator structure.

No settings can be made that change the regulator structure and/or the input and output types.

When you switch to the parameter definition level, the controller retains its original operating mode.

If no key is pressed for 30 sec., parameter definition mode is terminated. All inputs made up to that time are saved.

- **Process operation**

The setpoint and value of the controlled variable and the manipulated variable can be displayed in the process operation level.

The setpoint can be set both in MANUAL and also in AUTOMATIC mode. In the AUTO operational mode, a self-optimisation process can be initiated by setting the set-point (for more information, refer to Chapter 7).

The manipulated variable, however, can only be altered in MANUAL mode.

When the controller is switched on, you are first of all in the *process operation* level. From here, you can then switch over to the *configuration* or *parameter definition* levels (see Sections 6.3, 6.5 and 6.6). After switch-on, the unit takes up the operational mode that it had before being last switched off.

Every operator control level can be protected against unauthorised access by means of a four-digit *code number*. Code numbers can be chosen freely. They then allow hierarchically arranged protection. Entering the code number for the *configuration* level allows users to use all three levels. The code number for *parameter definition* allows access to the *parameter definition* and *process operation* levels.



The code number for process operation only allows to carry out operations in the process operation level. Regardless of any code numbers already entered, access to all three levels is obtained with the permanently programmed master code, which should be reserved for selected persons (cf. Section 1).

6.2 Operator controls and indicators

Figure 22 shows the front of the controller.

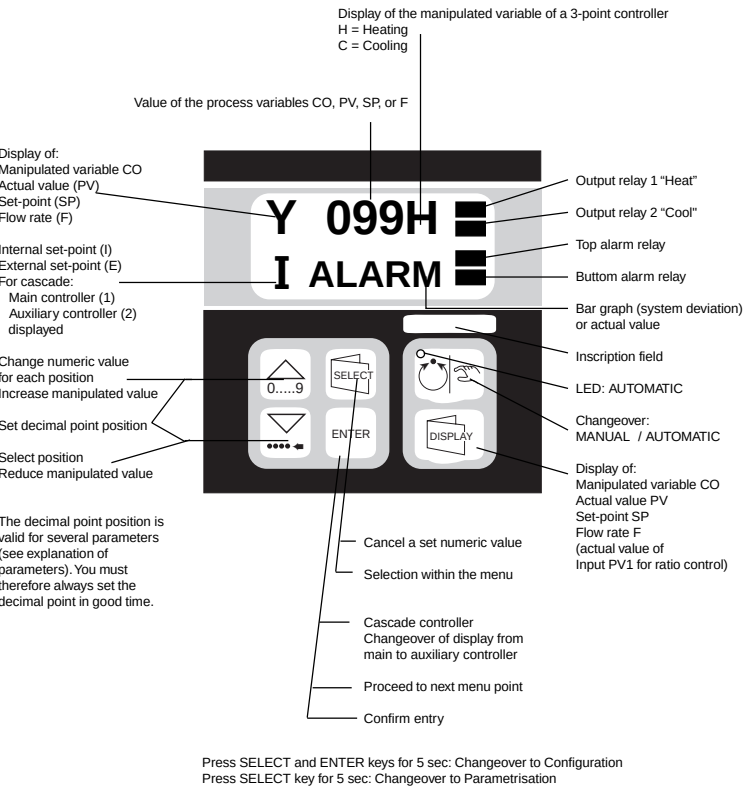


Figure 22: Operator controls and indicators of the controller

There are 6 operator controls (keys) in the bottom half of the front panel. The meanings of these operator controls depend on the operator control level (see Sections 6.3, 6.5 and 6.6).

There is an LCD plain language display with 2 lines of 8 characters each in the top half. The display that appears there also depends on the operator control level in which you are currently working. The display shown in Figure 22 refers to the *process operation* level.



6.3 Process operation

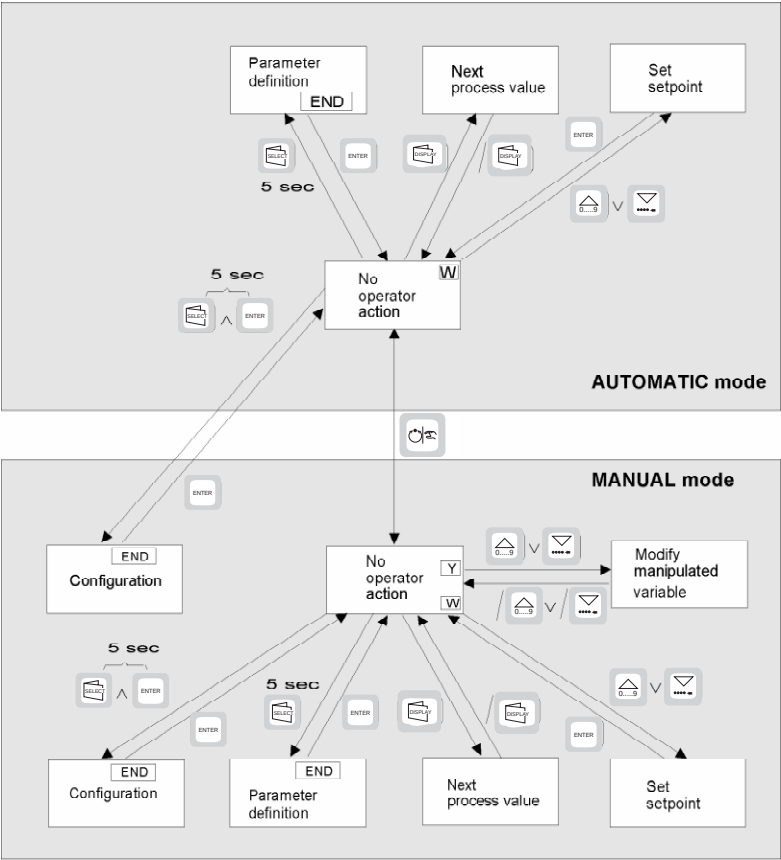
In the process operation level, the 6 operator controls have the meanings shown in Figure 23.

Operator control	Meaning
 MANUAL/AUTO key	Switching over the MANUAL and AUTOMATIC modes. The AUTOMATIC mode is indicated by an LED in the operator control.
 DISPLAY key	Switch-over to the next process variable SP: Set-point PV: Actual value of controlled variable PV1 (or of the Ratio) CO: Manipulated variable (Ch and Cc for 3-point PWM signals) F: Flow rate (actual value of the Input PV1 for ratio control)
 SELECT key	Switching over to the parameter definition level by pressing the key for more than 5 seconds
 ENTER key	- Switching over to the configuration mode by simultaneously pressing this key and the SELECT key for more than 5 seconds - Confirm set value
 „Down arrow“ key	- Digit selection when setting numeric values - Reducing the value of the manipulated variable (in MANUAL mode), i.e. reducing the voltage or current (in the case of standard signals) or the pulse width in the case of PWM signals - Relay 2 on (motor „Reverse“) in the case of 3-step signals without external feedback
 „Up arrow“ key	- Modifying a numeric value - Increasing the value of the manipulated variable (in MANUAL mode), i.e. increasing the voltage or current (in the case of standard signals) or the pulse width in the case of PWM signals - Relay 1 on (motor „Forwards“) in the case of 3-point step signals without external feedback

Figure 23: Meanings of operator controls in the process operation level



In the form of a flow chart, Figure 24 shows the meanings of the operator controls in the *process operation* level. It is assumed that the controller is in one of the modes, i.e. MANUAL or AUTOMATIC. Switching to the next process value by pressing the DISPLAY key and setting the setpoint by pressing the „Up arrow“ and „Down arrow“ keys are possible both in MANUAL and AUTOMATIC mode. The manipulated variable can only be modified in MANUAL mode.



Explanation:

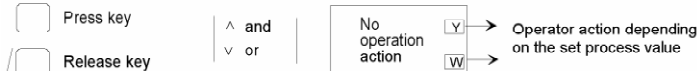


Figure 24: Flow chart of the process operation level



6.4 Setting numeric values

Numeric values have to be set when setting a setpoint in the process operation level, but also when defining parameters and when configuring. This can be done by means of the „Up arrow“ and „Down arrow“ keys. Figure 25 shows the principle of setting numeric values with reference to a controller's reset time T_r .

Pressing the „Arrow down“ key will switch one position to the left each time, starting with the lowest position (Position selection). The position will blink to indicate that it is selected. By pressing the „Up arrow“ key, the value in the flashing position can be altered from 0 to 9 (highest position from -1 to 9). The value set is saved by pressing the ENTER key. If the SELECT key is pressed after entering a numeric value, the value is cancelled and the original numeric again appears in the display.

You can move the decimal point by one position to the left by pressing the „Up arrow“ and „Down arrow“ keys at the same time. Not all numeric values allow you to move the decimal point, however.

The parameters can now be set within the pre-defined setting ranges (cf., Par. 6.5.4). If a value is entered which is outside the permitted range, it will be set to the limit value that would have been exceeded when confirmed by the ENTER key.

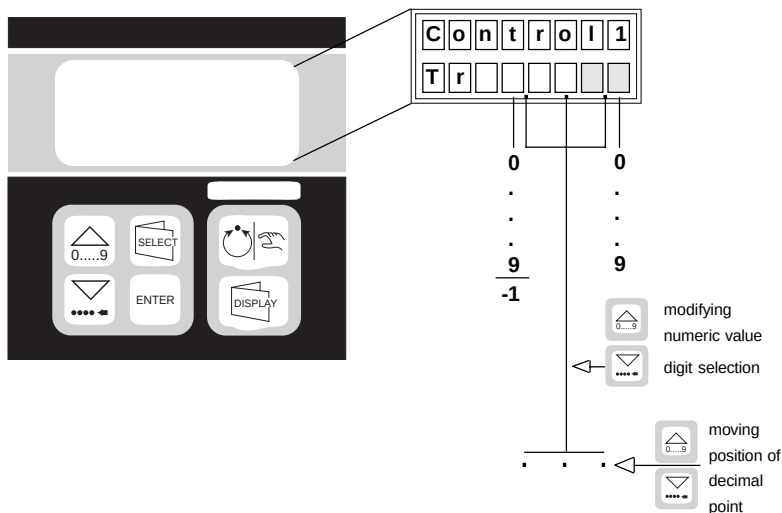


Figure 25: Setting the number values.



6.5 Configuration
6.5.1 Operation during configuration

To switch to the *configuration* level, the SELECT and ENTER keys must be pressed simultaneously for 5 seconds. During configuration, the controller is in the MANUAL mode (cf. Figure 24).

The main menu appears in the LCD display panel when you enter the *configuration* level. To exit this level again, you must select the END option in the main menu with the SELECT key and then press ENTER. The controller then returns to the operating mode it was in before configuration. All settings made during the configuration will become effective immediately after the Configuration level is quit, and will be stored in an EEPROM, where they will be unchanged by a loss of voltage.

In the *configuration* level, operator controls have the meanings shown in Figure 26.

Operator control	Meaning
 SELECT key	Switching to the next option within a menu
 ENTER key	- Confirming the menu option concerned and switching to the affiliated sub-menu - Confirming set numeric values of controller parameters - Switching to the next parameter
 „Down arrow“ key	Position selection when setting a numeric value
 „Up arrow“ key	Setting a numeric value

Figure 26: Meanings of operator controls in the configuration level



6.5.2 Main menu of the configuration level

In total, the main menu of the configuration level embraces the following options:

- Structure:**
- ` Definition of the controller structure
 - ` For cascade control
 - Definition of the set-point limits of the main controller
 - ` For ratio control
 - Definition of the display range for the ratio value
 - Setting the set-value limits
 - Defining the alarm mode
 - Defining the alarm limits for the ratio value
- Input 1:**
- Defining the input signal type
 - Decision to include the root function
 - Scaling definitions
 - Definition of alarm mode and alarm limits
 - Dimensioning the input filter
 - Setting the setpoint limits
- Input 2:**
- Defining the input signal type
 - Decision to include the root function
 - Scaling definitions
 - Dimensioning the input filter
 - In the case of feed forward control: Setting the parameters of the PDT1 element (function block 26 in Figure 8)
- Controller:**
- Setting controller parameters
- Output:**
- Defining the output signal type
- Safety:**
- Setting the safety value for the manipulated variable.
This manipulated variable is output in the event of an internal error, an error at the controller input or when the binary input is active (function: safety).
- Adaption:**
- Selection of various adaption algorithms
- Options:**
- Selection of the language
 - ` Binary input affiliation
 - ` Binary output affiliation
 - ` Setting the ramp
 - ` Defining the set-point tracking
(jolt-free switchover from MANUAL to AUTO)
 - ` Selection of the display layout in row 2
 - ` Input of a security code

When configuring, a specific controller structure must always be defined first using the Structure menu. The other menus then relate to the selected menu structure.



Sub-menu of the main menu option *Structure*

- Standard:** Standard controller for single control loops;
the 2nd controller input is not used.
- External W:** Follow-up control with an external setpoint (command variable);
the 2nd controller input is used for external setpoint input.
- Ratio:** Ratio control;
the 2nd controller input is used for the process variable PV2.
- Feed forward:** Fixed setpoint control with feed forward control;
the 2nd controller input is used for feed forward control.
- Cascade:** Cascade control;
the 2nd controller input is used for cascade control.



6.5.3 Configuration menus

Figures 28 to 32 show the configuration menus for the 5 possible control structures in the form of flow charts. These flow charts contain selection blocks and specification blocks.

Selection blocks:

Here, you can make a selection from a number of possibilities (options). The individual possibilities are each listed adjacently in a selection block (vertical lettering). Select an option by pressing the SELECT key. In the selection blocks, this is indicated by a horizontal arrow. You can confirm an option and switch to the next block by pressing the ENTER key. This is indicated by vertical arrows next to the connecting lines between the blocks.

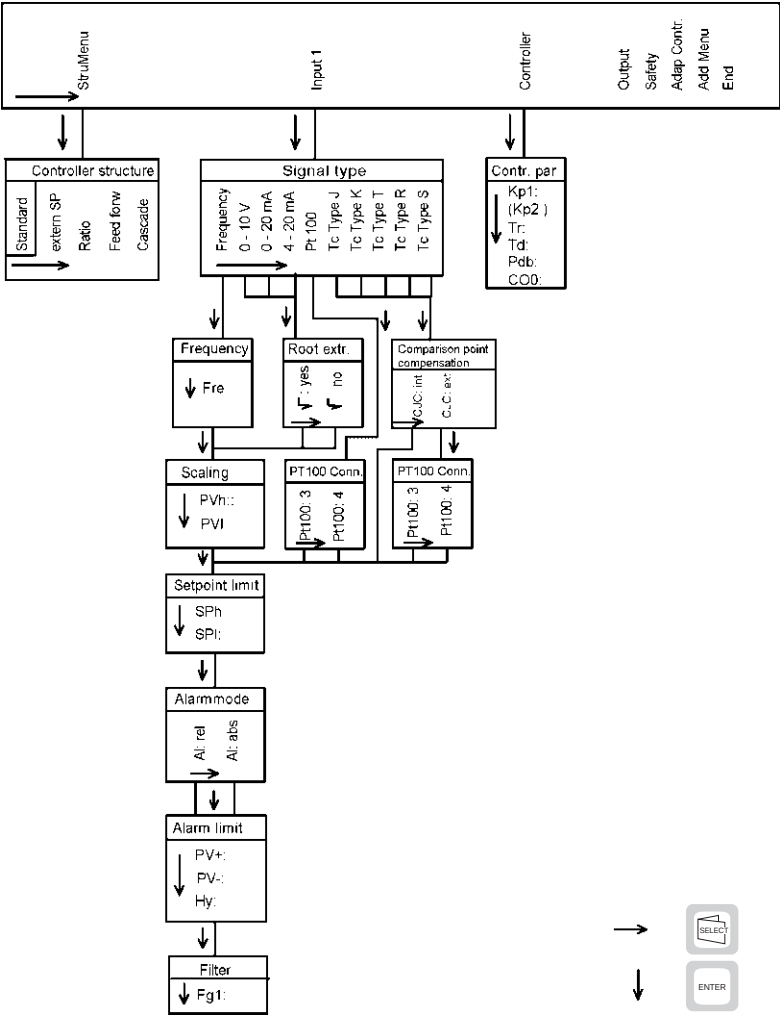
Specification blocks:

Here, numeric values must be defined for parameters. The individual parameters in a specification block are listed one below the other. The numeric values are set with the „Up arrow“ and „Down arrow“ keys (see Section 6.4). You can confirm set numeric values and switch to the next parameter by pressing the ENTER key. In the specification blocks, this is represented by a vertical arrow (see Figure 27). Before confirming and switching further by pressing the ENTER key, you can cancel a set value by pressing the SELECT key (cf. Section 6.4).

Displayed arrow	Key to press
→	
↓	

Figure 27: Meanings of the arrow in the configuration menu

The informations and symbols contained in the following configuration menus are explained in section 6.5.4.



english

Figure 28a: Configuration menu for the standard controller structure (Part 1)

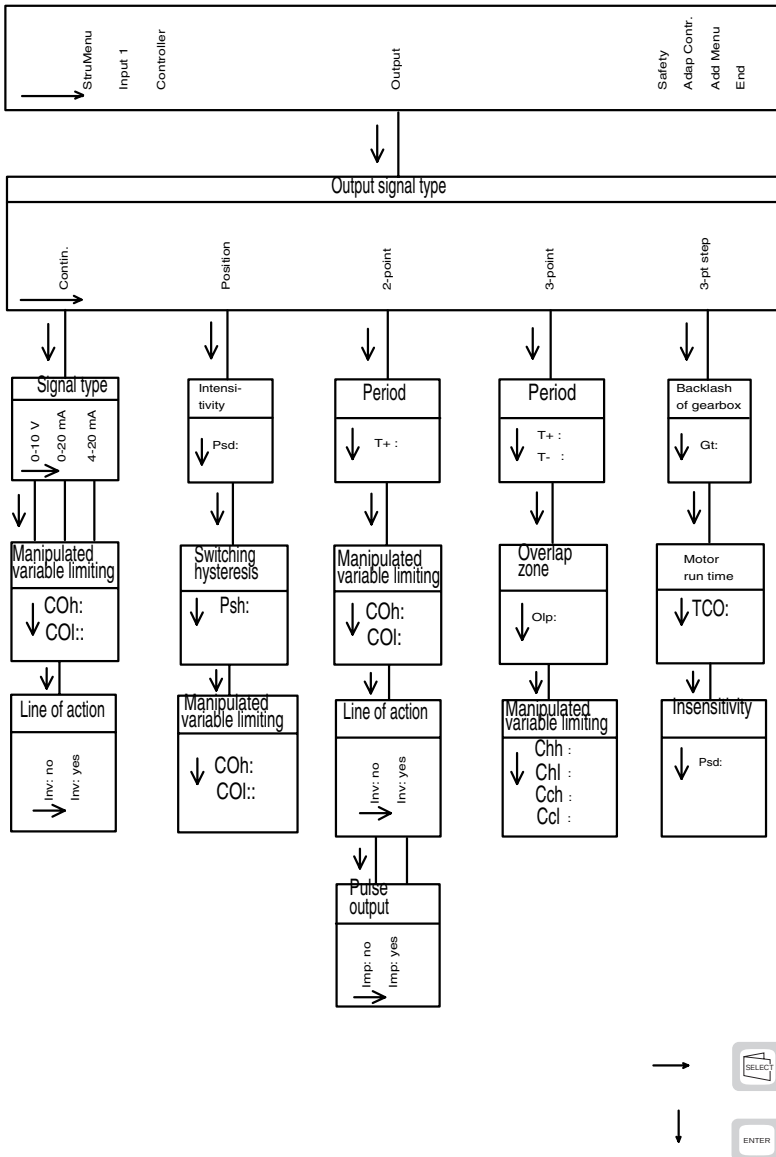
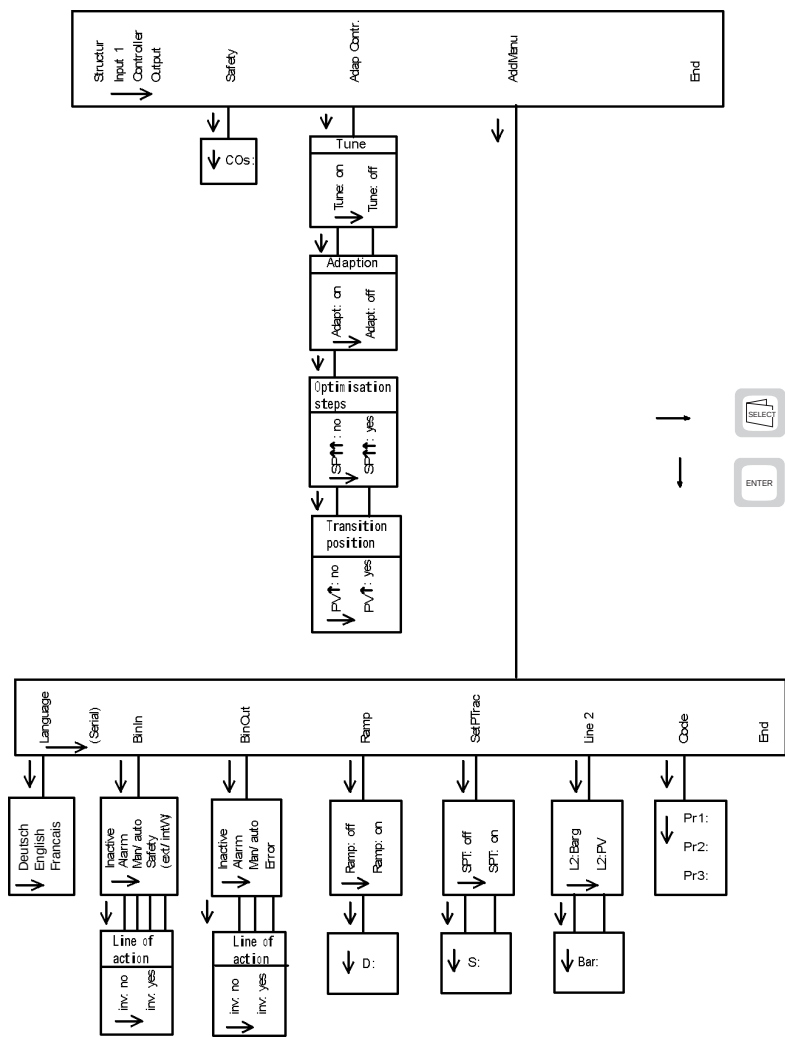


Figure 28b: Configuration menu for the standard controller structure (Part 2)



english

Figure 28c: Configuration menu for the standard controller structure (Part 3)



NOTE

The menu point *Serial* only appears if an interface card is plugged in (Option). For explanation, refer to the Operating Instructions of the Interface Card.

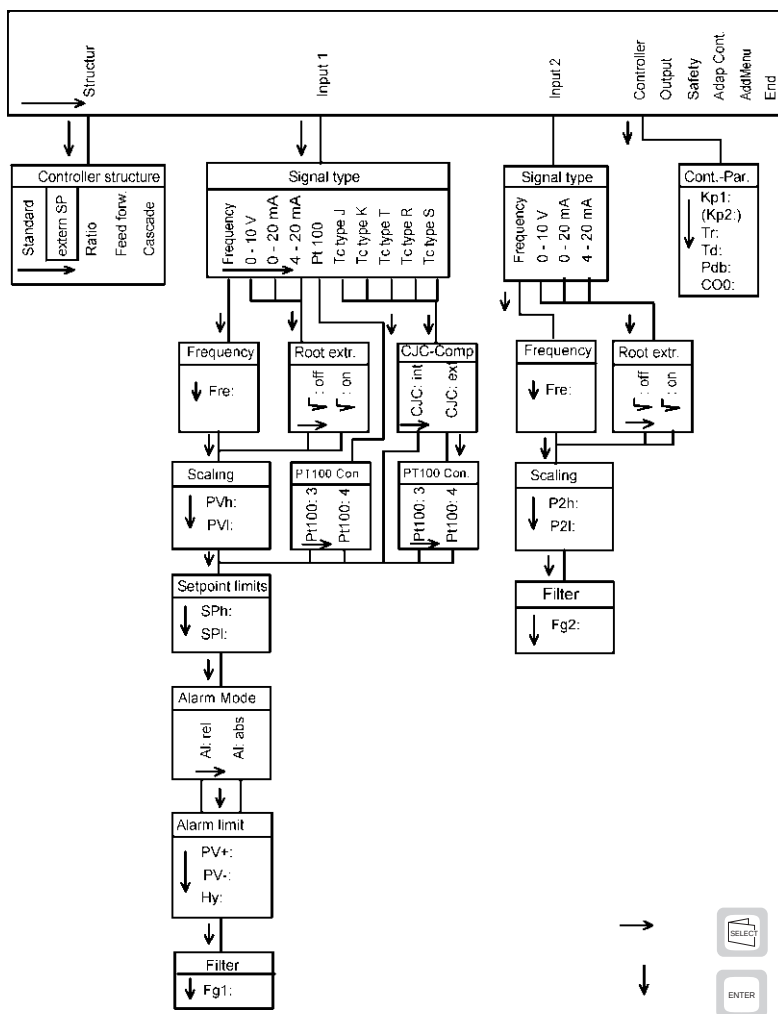
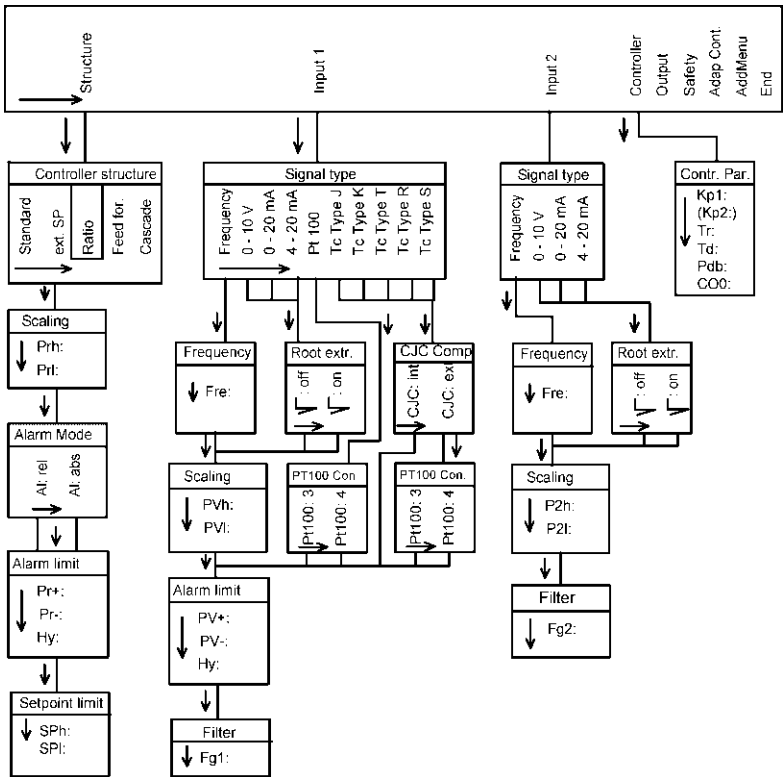


Figure 29: Configuration menu for the external setpoint structure

(See Figures 28b and 28c for details of the *Output*, *Safety value* and *Options* menu options)



english

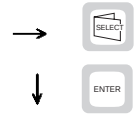


Figure 30: Configuration menu for the ratio control structure

(see Figures 28b and 28c for details of the *Output*, *Safety* value and *Options* menu options)

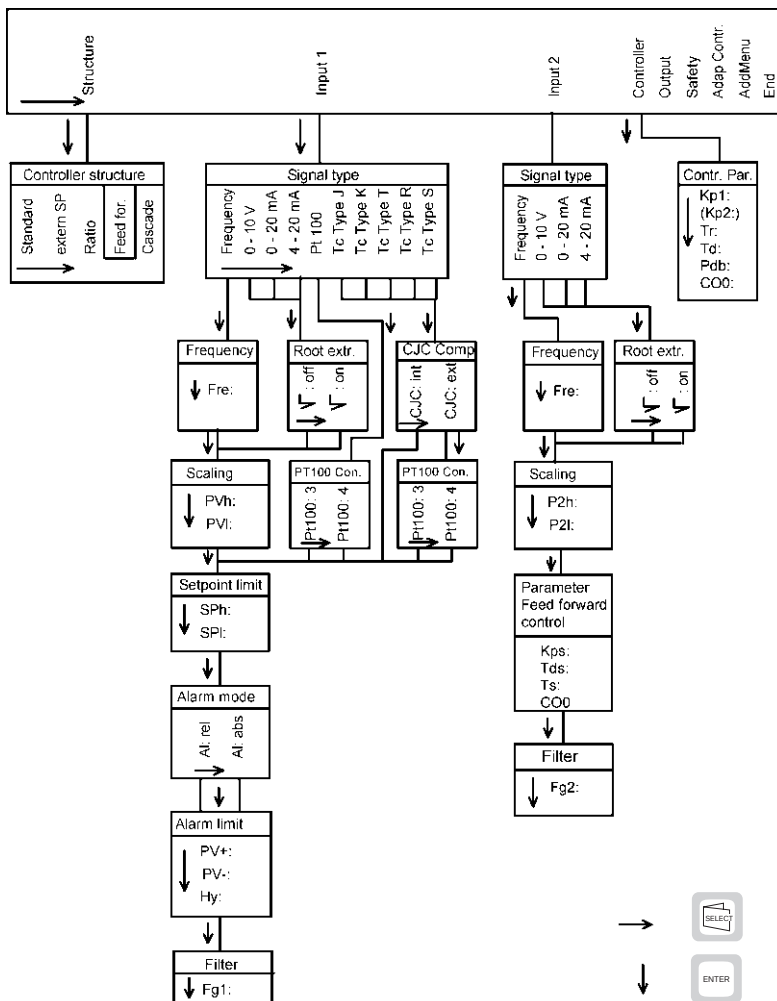


Figure 31: Configuration menu for the feed forward control structure

(See Figures 28b and 28c for details of the *Output*, *Safety* value, *Adaption* and *Options* menu options)

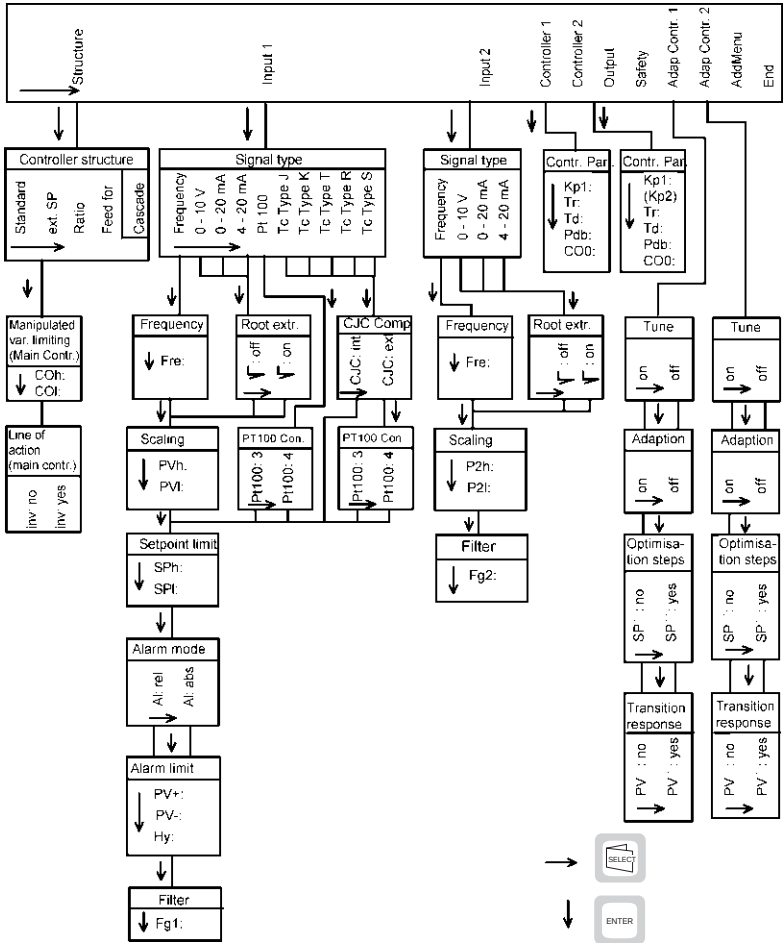


Figure 32: Configuration menu for the cascade control structure

(See Figures 28b and 28c for details of the *Output*, *Safety value* and *Options* menu options)



6.5.4 Meanings of the symbols in the configuration menus

Sub-menus to the Structure main menu

Ratio control

Scaling

Prh: Upper scaling value for the actual value of the ratio of control to process variable. When setting *Prh*, a decimal point position is defined, which will then be also valid for *Prl*, *Pr+*, *Pr-*, *Srh* and *Srl*. In addition, the ratio value will be displayed with this decimal point position. The display range for the ratio value will be set up here. If the ratio value is outside this range, the area limit (*Prh*, *Prl*) that has been exceeded will be displayed. The set-point and alarm limits can be set up within this range. The alarm hysteresis also refers to this range.

Setting range: $0000 \leq Prh \leq 9999$

Prl: Low scaling value for the ratio
Adjustment range: $0000 \leq Prl \leq Prh$

Alarm mode

Al: abs Absolute alarm; the programmed alarm has a fixed reference to the scaling range.

Al: rel Relative alarm; the programmed alarm has a fixed reference to the ratio (*alarm ratio*).

Alarm limit

Pr+: High alarm limit, which refers to the ratio.
Adjustment range: $Pr - \leq Pr+ \leq Prh$

Pr-: Low alarm limit, which refers to the ratio.
Adjustment range: $Prl \leq Pr- \leq Pr+$

Hy: Alarm hysteresis
Adjustment range: $0.1 \leq Hy \leq 20.0$ (in % referred to the *Prl*, *Prh* scaling range)

Setpoint limits

Srh: High ratio setpoint limit.
Adjustment limit: $Srl \leq Srh \leq Prh$

Srl: Low ratio setpoint limit.
Adjustment limit: $Prl \leq Srl \leq Srh$



Cascade control

Manipulated variable limiting (main controller)

COh: High manipulated variable limit
Adjustment limit: $COI \leq COh \leq 100$ (in %)

COI: Low manipulated variable limit
Adjustment limit: $0 \leq COI \leq COh$ (in %)

Direction of action (Main controller)

Inv: no The main controller (PID controller 1) works with positive direction of action

Inv: yes The main controller (PID controller 1) works with negative direction of action

Sub-menus of the main menu option *INPUT 1* (controller input 1)

Signal type

Frequency Input for a frequency-analog signal
0...10 V Input for 0..10 V standard signal
0...20 mA Input for 0..20 mA standard signal
4...20 mA Input for 4..20 mA standard signal
Pt 100 Input for connection of Pt 100 resistance thermometers
TC type J }
TC type K } Input for connection of thermocouples
TC type T }
TC type R }
TC type S }

Root extraction

This function is only offered when using standard signals.

$\sqrt{}$: *off* Root extraction function off
 $\sqrt{}$: *on* Root extraction function on

Pt100 Connection

Mode of connection of the Pt 100 sensor

Pt100 : 3 Pt 100 sensor is connected by 3 wires (3-wire technique)
Pt100 : 4 Pt 100 sensor is connected by 4 wires (4-wire technique)

If a 3-wire connection is selected the terminals 35 and 36 have to be shorted by a wire (see connection allocation)



CJC-Comp

Comparison point compensation (this function is only offered when using thermocouples. When using internal compensation, the thermocouple must lead directly to the terminals or a compensation line must be used.)

CJC: int Use of the internal sensor for comparison point compensation. The temperature sensor is connected to the controller's connection terminals.

CJC: ext Use of an external Pt 100 for cold-junction compensation. The Pt 100 must be fixed at the position where the thermo-element is connected to the expansion line. The Pt 100 sensor is then connected to the terminals provided. The connection can take place in either the 3-wire or 4-wire technique.

Frequency

Frequency-analog signals

Fre: Input of the connected sensor's maximum frequency
Adjustment range: $0 \leq \text{Fre} \leq 1000$ (in Hz)

Scaling

(All later inputs such as alarms and setpoint limits refer to the scaling values. When using temperature sensors, these values correspond to the sensors' definition ranges, see 4.3)

PVh: High scaling value assigned to the standard 20 mA or 10 V signals or the maximum frequency of the frequency-analog signal. When setting PVh, one decimal place can be defined, which then applies to PVI, PV+, PV-, SPh and SPI.
Adjustment range: $-1999 \leq \text{PVh} \leq 9999$
If, with this setting, the value is below the lower scaling value, the lower scaling value will be set to the same value as the upper.

PVI: Low scaling value assigned to the 0 mA, 4mA or 0 V standard signals of the frequency-analog 0 Hz signal.
Adjustment range: $-1999 \leq \text{PVI} \leq \text{PVh}$

Setpoint limits

SPh: High setpoint limit
Adjustment range: $\text{SPI} \leq \text{SPh} \leq \text{PVh}$

SPI: Low setpoint limit
Adjustment range: $\text{PVI} \leq \text{SPI} \leq \text{SPh}$



Alarm mode

- Al: abs* Absolute alarm. The programmed alarm has a fixed reference to the scaling range.
- Al: rel* Relative alarm. The programmed alarm has a fixed reference to the setpoint.

Alarm limit

- PV+:* High alarm limit
Adjustment range: $Pv- \leq PV+ \leq PVh$
- PV-:* Low alarm limit
Adjustment range: $PVI \leq PV- \leq PV+$
- Hy:* Alarm hysteresis
Adjustment range: $0.1 \leq Hy \leq 20.0$ (in %, related to the scaling range PVI , PVh , or, if these can not be set, to the size of the measuring range).

Filter 1

An interference signal superimposed on the measured signal can be attenuated with the filter. The filter consists of a low pass filter of the 1st order.

- Fg1:* Limiting frequency (-3 dB) of input filter 1
Adjustment range: $0.1 \leq Fg1 \leq 20.0$ (in Hz)
0.1 Hz: strong damping (time constant = 1.6 sec)
20 Hz: weak damping (time constant = 0.01 sec)

Sub-menus of the main menu option *Input 2*

Signal type

- Frequency* Input for a frequency-analog signal
0...10 V Input for 0..10 V standard signal
0...20 mA Input for 0..20 mA standard signal
4...20 mA Input for 4..20 mA standard signal

Root extraction

- $\sqrt{}$: *off* Root extraction function off
 $\sqrt{}$: *on* Root extraction function on



Scaling

P2h: High scaling value
Adjustment range: $-1999 \leq P2h \leq 9999$

When setting P2h, a decimal point position can be defined, which is then also valid for P2l and PV0. If, with this setting, the value is below the lower scaling value, the lower scaling value will be set to the same value as the upper.

P2l: Low scaling value
Adjustment range: $-1999 \leq P2l \leq P2h$

Feed forward control

(Applicable to the *feed forward control* structure only)

Kps: Proportional action coefficient gain of the PDT1 element
Adjustment range: $-999.0 \leq Kps \leq 999.9$

Tds: Derivative action time of the PDT1 element
Adjustment range: $-1999 \leq Tds \leq -9999$ (in sec.)

Ts: Time constant of the PDT1 element
Adjustment range: $0 \leq Ts \leq 9999$ (in sec.)

PV0: Operating point:
Adjustment range: $P2l \leq PV0 \leq P2h$

Filter 2

Fg2: Limiting frequency (-3 dB) of the filter at input 2
Adjustment range: $0.1 \leq Fg2 \leq 20.0$ (in Hz)
0.1 Hz: strong damping (time constant = 1.6 sec)
20 Hz: weak damping (time constant = 0.01 sec)

Sub-menu of the main menu option **Controller 1**

(Only when using the *cascade control* structure)

RPar 1

Controller parameter of the main controller when using cascade control

Kp1: Proportional action coefficient gain
Adjustment range: $0.001 \leq Kp1 \leq 999.9$

Tr: Reset time
Adjustment range: $0.4 \leq Tr \leq 9999$ (in sec.)
With the setting 9999, the I-portion of the controller is switched off (P or PD controller)



<i>Td:</i>	Derivative action time Adjustment range: $0.0 \leq Td \leq 9999$ (in sec.) With the setting 0, the D-portion of the controller is switched off (P or PI controller)
<i>Pdb:</i>	Dead zone around the setpoint. Inside the dead zone the PID-controller does not react on changes of the process value. Adjustment range: $0.001 \leq Pdb \leq 10$ (in %) (refers to the scaling range P1h,P1l)
<i>CO0:</i>	Controller's operating point Adjustment range: $COI \leq CO0 \leq COh$ (in %) (with reference to the regulated variable)

Sub-menu of the main menu option *Controller / Controller 2*

RPar 2

Controller parameter of the single controller or
Controller parameter of the subordinate controller in a cascade control

<i>Kp1:</i>	Proportional action coefficient 1 / Gain Adjustment range: $0.001 \leq Kp1 \leq 999.9$ (In the case of a 3-point PWM signal, Kp1 refers only to the output relay 1(heating))
<i>Kp2:</i>	Proportional action coefficient 2 / Gain Adjustment range: $0.001 \leq Kp2 \leq 999.9$ (Kp2 applies only to 3-point PWM signals and refers to the output relay 2 (cooling))
<i>Tr:</i>	Reset time Adjustment range: $0.4 \leq Tr \leq 9999$ (in sec.) With the setting 9999, the I-portion of the controller is switched off (P or PD controller)
<i>Td:</i>	Derivative action time Adjustment range: $0.0 \leq Td \leq 9999$ (in sec.) With the setting 0, the D-portion of the controller is switched off (P or PI controller)
<i>Pdb:</i>	Dead zone around the setpoint. Inside the dead zone the PID-controller does not react on changes of the process value. Adjustment range: $0.001 \leq Pdb \leq 10$ (in %) (Refers to the scaling range P1h, P1l for single controllers and P2h, P2l for cascade controller)



CO0: Controller's operating point
Adjustment range: $COI \leq CO0 \leq COh$ (in %, with reference to the manipulated variable)

The controller's proportional coefficient / Gain K_p includes the scaling range, i.e. the difference D_s between the high scaling value PVh and the low scaling value PVI . If it is intended to achieve the same gain, referred to the physical input and output variables, in the event of a change in the scaling values, the proportional coefficient must be converted as follows:

$$K_p^* = K_p \frac{D_s}{D_s^*}$$

where:

K_p^* = new proportional coefficient / Gain
 K_p = old proportional coefficient / Gain
 D_s^* = new difference between high and low scaling value ($PVh^* - PVI^*$)
 D_s = old difference between high and low scaling value ($PVh - PVI$)

Sub-menus of the main menu option Output

continuous

(continuous output)

Signal type

0-10 V Standard signal 0-10 V
0-20 mA Standard signal 0-20 mA
4-20 mA Standard signal 4-20 mA

Manipulated variable limiting

COh: High manipulated variable limit
Adjustment range: $COI \leq COh \leq 100$ (in %, with reference to the manipulated variable)

COl: Low manipulated variable limit
Adjustment range: $0 \leq COI \leq COh$ (in %, with reference to the manipulated variable)

Line of action

inv: no Output operates with a positive line of action
inv: yes Output operates with a negative line of action



2-point PWM (2-point PWM signal)

Period

T+: Period of the PWM signal
(refers to relay 1)
Adjustment range: $1 \leq T+ \leq 999,9$ (in sec.)

Manipulated variable limiting

COh: High manipulated variable limit
Adjustment range: $COI \leq COh \leq 100$ (in %, with reference to the time period of the PWM Output T+)

COl: Low manipulated variable limit
Adjustment range: $0 \leq COI \leq COh$ (in %, with reference to the time period of the PWM Output T+)

The upper manipulated value limit determines the maximum switch-on time, and the lower regulated value limit the minimum switch-on time of the Output Relay 1. The entry of the switch-on time is made as a percentage of the time period.

Line of action

inv: no The output operates with a positive line of action

inv: yes The output operates with a negative line of action

Pulse output

This function allows you to trigger a pulse valve.
(Relay 1 controls the pickup winding, while relay 2 controls the dropout winding)

Imp: no Pulse valve is not used

Imp: yes Pulse valve is used

3-point PWM (3-point PWM signal)

Period

T+: Period of the PWM signal for „Heating“ (Relay 1)
Adjustment range: $1 \leq T+ \leq 999,9$ (in sec.)

T-: Period of the PWM signal for „Cooling“ (Relay 1)
Adjustment range: $1 \leq T- \leq 999,9$ (in sec.)



Overlap zone

Olp: Overlap zone of the signals for „Heating“ and „Cooling“
 Adjustment range: $|PVI| < |PVh| : -|PVh| \leq Olp \leq |PVh|$
 $|PVh| < |PVI| : -|PVI| \leq Olp \leq |PVI|$
 $|PVI|$: Amount of the low scaling value
 $|PVh|$: Amount of the high scaling value

Manipulated variable limiting

Chh: Upper manipulated value limit „Heat“ (Relay 1)
 Setting range: $Chl \leq Chh \leq 100.0$ (in % with reference to the time period of the PWM output Heat T+)

Chl: Lower manipulated value limit „Heat“ (Relay 1)
 Setting range: $0.0 \leq Chl \leq Chh$ (in % with reference to the time period of the PWM output Heat T+)

Cch: Upper manipulated value limit „Cool“ (Relay 2)
 Setting range: $Ccl \leq Cch \leq 0.0$ (in % with reference to the time period of the PWM output Cool T-)

Ccl: Lower manipulated value limit „Cool“ (Relay 2)
 Setting range: $-100.0 \leq Ccl \leq Cch$ (in % with reference to the time period of the PWM output Cool T-)

The high manipulated variable limit Chh defines the maximum on time of the output relay 1, while the other manipulated variable limit Chl defines its minimum on time. On times are entered as a percentage of the period T+.

The low manipulated variable limit Ccl defines the maximum on time, while the high manipulated variable limit Cch defines the minimum on time of the output relay 2. On times are entered as a percentage of the period T-.

3-point step (Three-point step signal)

Backlash

Gt: Backlash for direction reversal
 Adjustment range: $0.0 \leq Gt \leq 10.0$
 (Entry as a percentage of the motor running time TCO)

Motor run time

TCO: Run time from one end position to the other
 Adjustment range: $1.0 \leq TCO \leq 999.9$ (in sec.)



Insensitivity

Psd: Within this range, none of the output relays are active.
The change of the manipulated variable must exceed the value set here in order that the connected motor drive will be actuated.
Setting range: $0.4 \leq \text{Psd} \leq 20.0$
(Entered as percentage of motor running time TCO)

Position

(3-point step signal with external feedback for position control)

Insensitivity zone

Psd: Insensitive range between the two switching characteristics
Setting range: $0.2 \leq \text{Psd} \leq 20.0$ (in % of the manipulated variable)

The insensitive range defines a range of the manipulated variable, in which neither of the two output relays, which drive the motor, are actuated. This manipulated variable range must be exceeded to obtain a change of direction of the drive.

Switching hysteresis

Psh: Switching hysteresis of the relay.
The switching hysteresis defines the distance between the switch-on and switch-off point of an output relay.
Setting range: $0.1 \leq \text{Psh} \leq 10.0$ (as % of the manipulated variable)
Condition: $\text{Psh} \leq 0.5 \text{ Psd}$

Manipulated variable limiting

COh: Upper manipulated variable limit
Setting range: $\text{COl} \leq \text{COh} \leq 100.0$ (as % of the manipulated variable)
COl: Lower manipulated variable limit
Setting range: $0 \leq \text{COl} \leq \text{COh}$ (as % of the manipulated variable)



Sub-menu of the main menu optional SAFETY (safety value)

COs: Safety value for the manipulated variable.
This value is output if one of the following events occurs:

- Error at the input
- Internal error
- Binary input becomes active and is configured for output of the safety value.

Adjustment range: $COl \leq COs \leq COh$ (in %)

For 3-point Output: $Ccl \leq COs \leq Cch$ or $Chl \leq COs \leq Chh$ (in %)

SUB-MENU of the main menu option AdapCont

Tune

Function for self-optimisation of the controller parameters by self-adjustment (see Section 7) when using an output for standard signals; 2-point PWM signals and 3-point PWM signals.

Tune: on Self-adjustment takes place after a setpoint change.
Tune: off The Tune function is not used.

Adaption

Function for self-optimisation of the controller parameters by adaption (see Section 7) when using an output for standard signals and 3-point step signals.

Adapt: on Adaption takes place after a setpoint change.
Adapt: off Adaption is off.

Optimization steps

SP↑↑: no A newly entered setpoint is moved to in one step.
SP↑↑: yes A newly entered setpoint is moved to in several steps (up to 5 setpoint steps). The controller parameters are optimised in each step.

Transition response

PV↑: no Controller parameters are optimised to aperiodic transition response, without overshoot of the control variable. This leads to a correspondingly longer initial stabilisation time (cf. Section 7).

PV↑: yes Controller parameters are optimised to the shortest initial stabilisation time with approx. 5% overshoot.



Sub-menus of the main menu option *OPTIONS*

Language

Language definition

- German
- English
- French

Serial

This menu point only appears if the RS 232, RS 485/Profibus cards are installed (see Operating Instructions for the RS 232, RS 485 / Profibus serial interface cards).

BinIn

Definition of the binary input's function

<i>none</i>	not in operation
<i>Alarm</i>	Alarm relay 1 is switched via the binary input.
<i>man/auto</i>	Changeover between MANUAL and AUTOMATIC takes place via the binary input.
<i>Safety</i>	The safety value is output through the binary input. (The controller switches to MANUAL mode.) The manipulated variable cannot be adjusted in this mode.
<i>ext/intW</i>	Via the binary input, switching between the external set-point (set-point which is given as an electrical signal via the 2nd input) and the internal set-point (set point pre-defined via the unit keyboard) is possible. This menu point is only available in the "external set-point" controller structure.

Line of action

<i>inv: no</i>	non-inverted line of action
<i>inv: yes</i>	inverted line of action



BinOut

Definition of the binary output's function

<i>none</i>	Not active
<i>Alarm</i>	Output active when an alarm occurs
<i>man/auto</i>	Output active in MANUAL mode
<i>Error</i>	Output active if one of the following errors occurs: • Input error • Output error • Internal error

Ramp

Definition of the parameters for the setpoint ramp

<i>off:</i>	Setpoint ramp not active
<i>on:</i>	Setpoint ramp active. An entered setpoint is moved to via the setpoint ramp.
<i>D:</i>	Setpoint ramp pitch Adjustment range: $0 \leq D \leq 999$ (Setpoint change per minute)

The setpoint ramp and the Tune or Adaption function (in the case of cascade control; adaption of the main controller) cannot be executed simultaneously. If the ramp function is activated in the configuration or parametrisation level, Tune and Adaption are deactivated automatically in the AdapReg or AdapReg 1 menus. Conversely, activating Tune or Adaption in the configuration or parametrisation level deactivates the ramp function. The function activated last (Tune or Adaption or ramp) therefore has priority.

SP track

Definition of the parameters for setpoint tracking

<i>SPT: off</i>	Setpoint tracking not in operation
<i>SPT: on</i>	Setpoint tracking is on (Jolt-free changeover between MANUAL and AUTOMATIC mode)
<i>S:</i>	Pitch of the setpoint tracking ramp Adjustment range: $0 \leq S \leq 9999$ (Setpoint change per minute)



Line 2

Selection of the display in line 2

Z2: Barg The system deviation is displayed as a bargraph.
Z2: Act The actual value is displayed.
Bar: Display range for the bargraphs (as a percentage of the input measurement range or scaling range P1l...P1h or P2l ... P2h).

Code

Protection against unauthorised access (user code)

Pr1: Protective code for configuration
Pr2: Protective code for parameter definition
Pr3: Protective code for process operation

End *

Allows you to exit from the Options menu (you can quit this menu here).
(* : Software version)

End *

This option allows you to exit the main configuration menu (you can quit this menu here).
(* : Software version)



6.6 Parameter definition

6.6.1 Operation during parameter definition

Press the SELECT key for 5 seconds to switch to the *parameter definition* level. If self- optimisation (tune, adaption) is currently taking place, you will not be able to switch to the parameter definition level (to interrupt a self-optimisation, see Par. 7.6, Process Operation Level).

The parameter definition menus are a subset of the configuration menu. The parameter definition menus only offer parameters and options that do not modify the chosen control structure. You do not have access to all configuration data.

During *parameter definition*, the controller remains in the state it was in before you entered the *parameter definition* level (cf. Figure 18).

The *parameter definition* level is terminated if

- the EXIT option is selected in the parameter definition menu and the ENTER key is pressed or
- no key has been pressed for 30 seconds.

The controller then returns to the process operation level. All settings made up to that time are saved.

In the *parameter definition* level, the operator controls have the same meanings as in the *configuration* level (cf. Figure 20).

6.6.2 Parameter definition menus

The parameter definition menus for the individual control structures are shown in Figures 27 to 31 in the form of flow charts. They each contain the following main points:

- *Controller 1 (cascade control only)*
- *Controller or Controller 2*
- *Alarm*
- *LimitsW (setpoint limit)*
- *Ramp*
- *Interference (feed forward control only)*
- *Code*
- *Adap Reg or Adap Reg 1* (not with *External Set-point* and *Ratio Controller*)
- *AdapReg 2 (cascade control only)*
- *Filter*

The affiliations of the SELECT and ENTER keys to the arrows shown in the flow charts of the parameter definition menus are also given in Figure 21. Refer to Section 6.5.4 for details of the meanings of symbols and entries in the parameter definition menus.

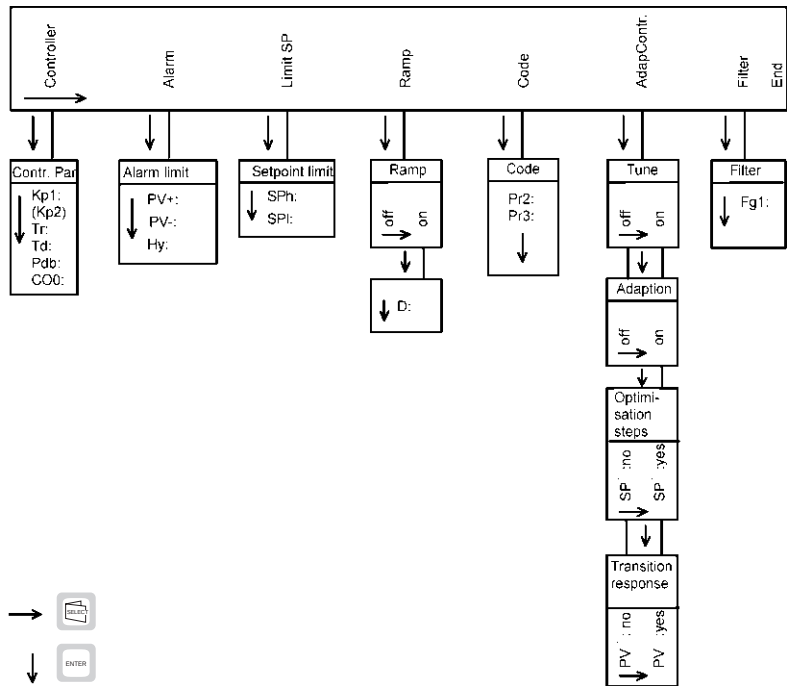


Figure 33: Parametrisation menu for the **Standard Regulator Structure**

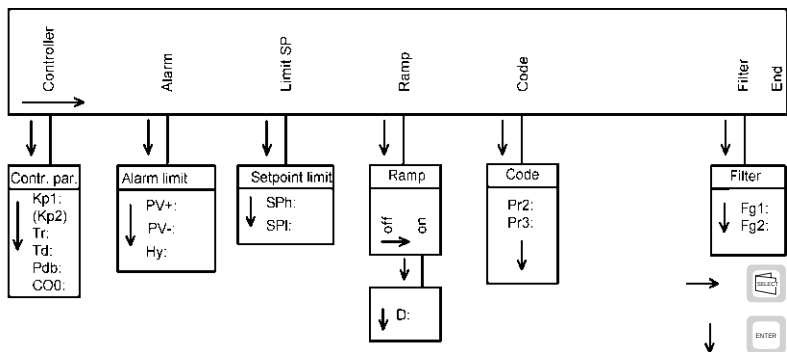


Figure 34: Parametrisation menu for the **External Set-point Structure**

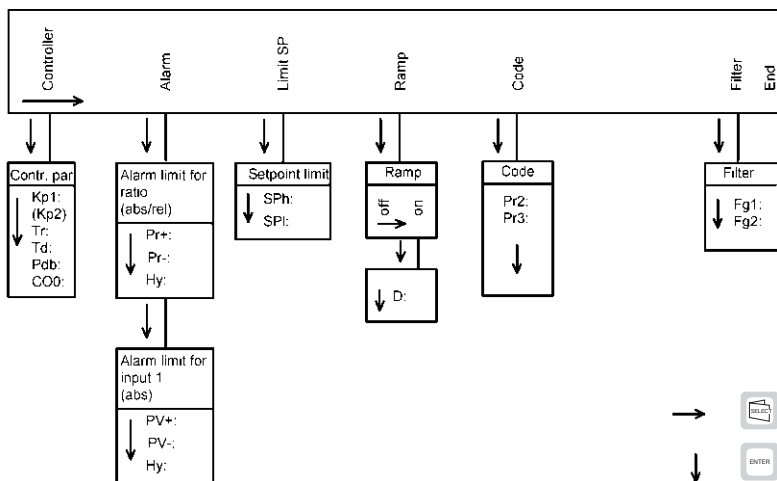


Figure 35: Parametrisation menu for the **Ratio Regulation** Structure

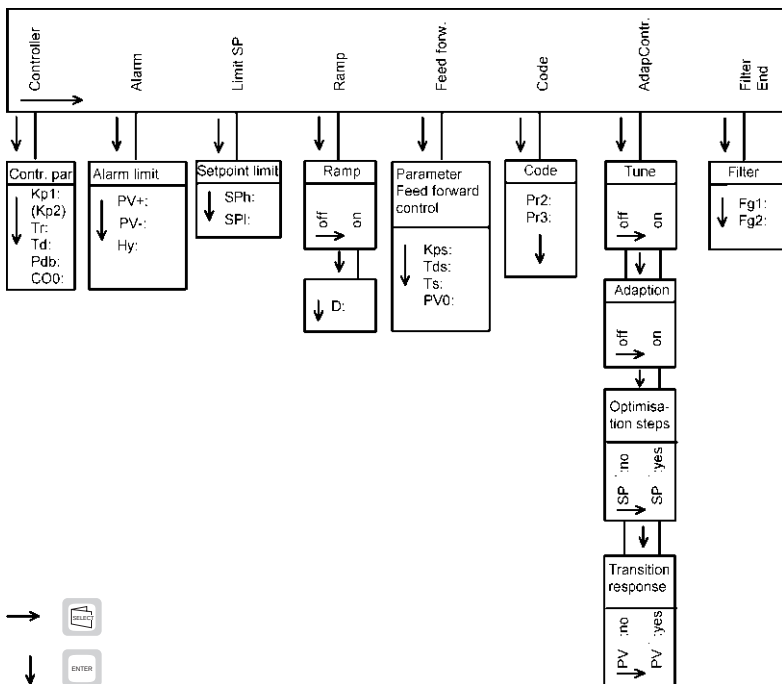


Figure 36: Parametrisation menu for the **Feed Forward Control** Structure

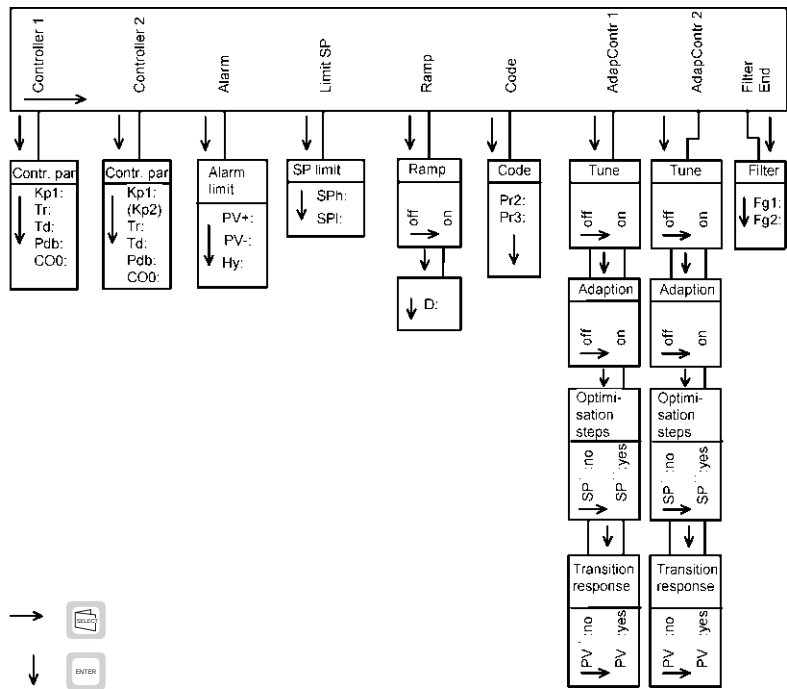


Figure 37: Parametrisation menu for the **Cascade Regulation Structure**



7 SELF-OPTIMISATION

7.1 Stability and control quality

To achieve a stable response of the control loop, use must be made of the controller that matches the given controlled system. If this is not done, stable operation of the control loop will not be possible (e.g. it will oscillate) and control will also not be possible. Therefor, the structure of the controller must be adapted to the characteristics of the controlles system and its parameters must be chosen so as to ensure that a control progression will be achieved for the controlled variable that has a short stabilisation time, little overshoot and good attenuation.

The controller parameters can be set on the basis of setting rules (see Annex).

The Digital Controller has a self-optimisation function that assumes the frequently time-consuming task of adapting the controller's parameters to the process. Two self-optimisation algorithms have been implemented, an adaption algorithm and a tuning algorithm.

7.2 Principle of self-optimisation by adaption

The core of self-optimisation by adaption consists of a fuzzy logic module. In analogy to the procedure followed by an experienced control technician, conclusions as to the quality of the set controller parameters are drawn on the basis of the characteristic attributes of the transition response in the closed control loop. The expert knowledge required to do this is stored in the form of linguistic rules (rule base) in the controller's EPROM and is used by the fuzzy logic algorithm during the course of adaption (Figure 38).

7.3 Principle of self-optimisation by tuning

A „tune“ module is provided in addition to adaption for non-recurring and direct determination of the controller parameters. The controller parameters are calculated on the basis of a modified Ziegler-Nichols process (Figure 39 and Annex).

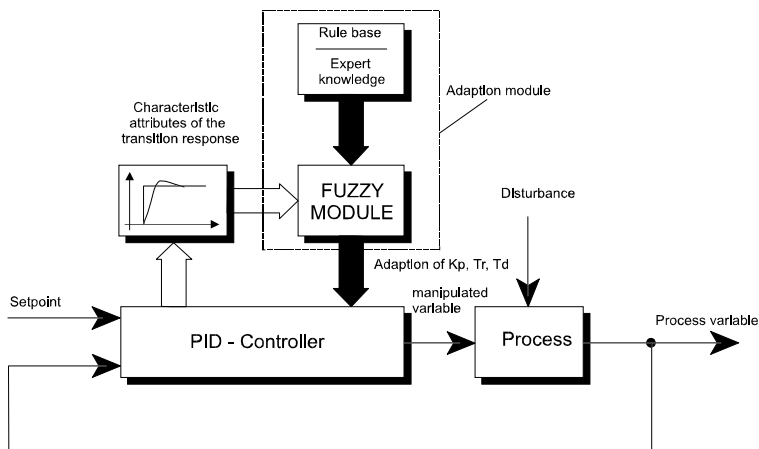


Figure 38: Principle of operation of the adaption module in the Digital Controller

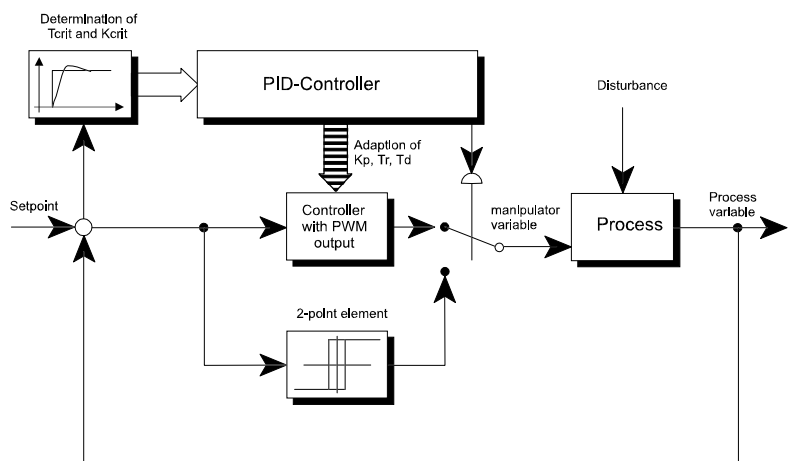


Figure 39: Principle of operation of the tune module in the Digital Controller



7.4 Operating principle of the tuning and adaption modules

If Tune has been activated in the configuration or parameterisation level, the Tune function is executed once the next time the setpoint changes and is then deactivated automatically. This also applies to commissioning. In doing so, the controller parameters are determined directly and once only by definition of the critical closed-loop gain and the period of a brief limit cycle oscillation of the actual value generated under controlled conditions (Figure 40).

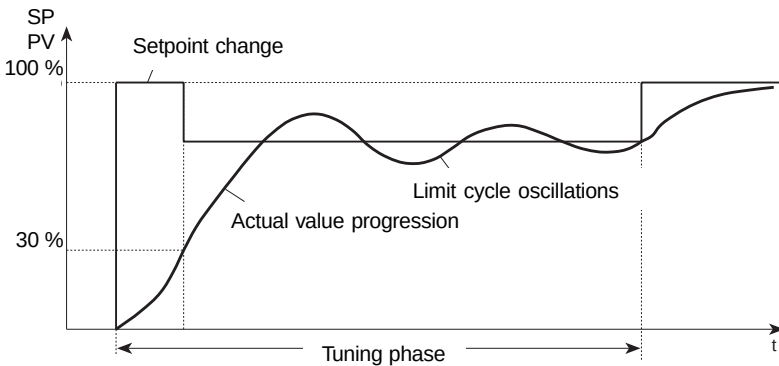


Figure 40: Operating principle of the tuning module

When additionally using the adaption function, the transient response is characterised each time the setpoint changes during the process sequence. The fuzzy logic module adapts the controller parameters if the response of the controlled variable deviates from a given ideal response.

The ideal response is based on a transition response with the shortest initial stabilisation time at approx. 5 % overshoot (Figure 41). An aperiodic transition response without overshoot (with a correspondingly longer initial stabilisation time) can be optionally set (Figure 42).

If both Tune and Adaption are activated, then Tune has priority, i.e. at the next setpoint change Tune is first of all executed and then deactivated. In the event of further setpoint changes, then only adaption is realised.

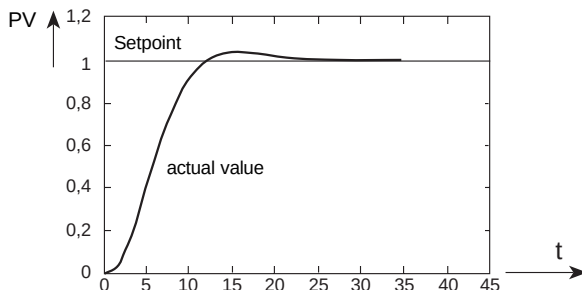


Figure 41: Transition response with shortest initial stabilisation time and 5% overshoot

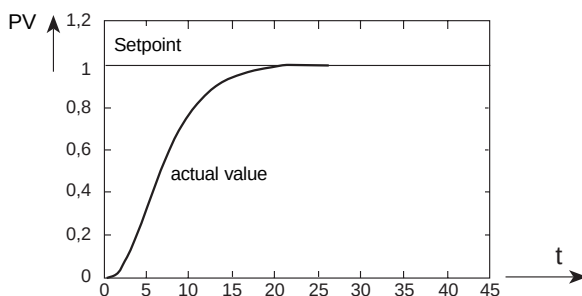


Figure 42: Aperiodic transition response without overshoot

7.5 Notes on using the tuning and adaption module

Includable controlled systems

Adaption was tested in extensive laboratory tests on a number of different control systems. Controller parameters are adapted or optimised reliably by the tuning and adaption modules in dynamic processes

- with a delay response,
- with a dead zone response,
- with components capable of oscillation and
- with all-pass response.

It is not possible to use the *tune* and *adaption* self-optimisation modules integrated in the controller in controlled systems without compensation (integral controlled systems).



Includable controller outputs

The *tune* and *adaption* modules can be used for controller outputs or output signals as listed in the following table:

Controller output/output signal	Tune	Adaption
continuous standard signals 0 ... 10 V	x	x
continuous standard signals 0 ... 20 mA	x	x
continuous standard signals 4 .. 20 mA	x	x
2-point PWM signals	x	
3-point PWM signals	x	
3-point step signals with internal feedback		x
3-point step signals with external feedback		x

Includable controller structures

The *tune* and *adaption* functions can be used for the following control structures:

- Standard controller
- Feed forward control
- Cascade control

The *tune* and *adaption* modules optimise the parameters of PI and PID controller structures. A P controller structure that produces a lasting system deviation in the stationary state in control systems with compensation is not optimised directly, but is converted to a PI structure.

If only the two PI parameters *proportional action coefficient* K_p and *reset time* T_r (*derivative action time* $T_d = 0$) are specified as starting parameters before commencing *tuning* or *adaption*, a PI controller structure is optimised. If optimisation of a PID structure is required, $T_d = 0.1$ sec. must be set as the starting value for the derivative action time.

While the *tune* function involves direct calculation of controller parameters, i.e. independently of the starting parameters, the suitable choice of starting parameters is important with regard to the *adaption* function. That is to say, the respectively current controller parameters form the basis for the individual optimisation steps. This is why you are advised to activate the tuning function when commissioning the controller for the first time, thus arriving at a suitable set of starting parameters for use of the adaption module.



Adapting a cascade controller

In a cascade controller, the main controller (Controller 1) and the auxiliary controller (Controller 2) are adapted separately.

• Adapting the auxiliary controller:

The auxiliary controller can only be adapted if it is in AUTOMATIC mode and the main controller is in MANUAL mode. This is why the main controller must be switched to MANUAL mode at the start of an adaption. A setpoint change SP2 must then be implemented for the auxiliary controller. The main controller must be returned to AUTOMATIC mode once adaption of the auxiliary controller has been completed.

• Adapting the main controller

The main controller can only be adapted if both controllers are in AUTOMATIC mode and adaption of the auxiliary controller has been completed. This is why the main controller must not be returned to AUTOMATIC mode until the auxiliary controller has been adapted. A setpoint change SP1 must then be implemented for the main controller. Adaption of the main controller is cancelled if the auxiliary controller is switched to MANUAL mode during adaption.

Starting up to the setpoint in stages

If it can be expected that the set starting parameters are at a distance from the optimum controller parameters, a new setpoint can be set in stages (Figure 43).

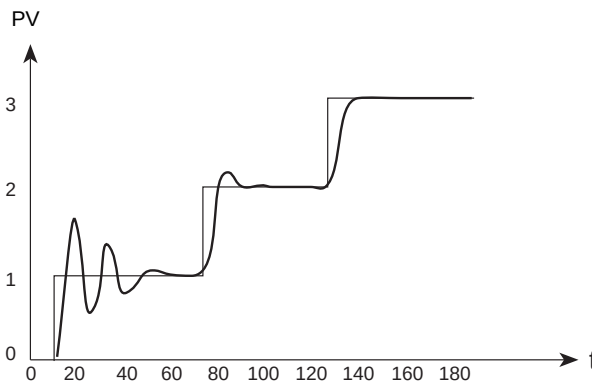


Figure 43: Example of starting up to a setpoint in 3 stages with one adaption cycle each



Accordingly, several adaption cycles are run until the required setpoint is reached, thus increasing the quality of the controller parameters. A new setpoint is set in up to 5 stages. However, only as many steps are run through as are needed to find the optimum controller parameters.

Depending on the scaling range of the controller input (PVI ... PVh / P2I ... P2h), the setpoint change must exceed a specific amount for adaption to take place. In the following table you find the minimum set point changes to execute in dependence of the configured controller inputs 1 and 2. The data applies to activation of a setpoint in one stage.

Configured controller input	minimum setpoint change to execute
Standard signal 0 ... 10 V	$(PVh - PVI) \cdot 0,0135$
Standard signal 0 ... 20 mA	$(PVh - PVI) \cdot 0,0135$
Standard signal 4 ... 20 mA	$(PVh - PVI) \cdot 0,0169$
Frequency-analog signal	$(PVh - PVIu) \cdot 0,0153$
Pt 100 (-200 ... + 850 °C)	20,0 K
Thermocouple type J (-200 ... 1200 °C)	16,5 K
Thermocouple type K (-200 ... 1370 °C)	28,0 K
Thermocouple type T (0 ... 400 °C)	16,5 K
Thermocouple type R (0 ... 1760 °C)	50,0 K
Thermocouple type S (0 ... 1760 °C)	50,0 K

note: P*h: PVh oder P2h; P*I: PVI oder P2I.

If the setpoint change is too less this status is displayed by the code 07 (see Par. 7.6).

Handling adaption if you have an inadequate knowledge of the process

If you have an inadequate knowledge of the process (time response and gain etc.) when commissioning a control system, you are advised to proceed as follows when using the self-optimisation function by adaption:



- Step 1:** Either use the tune function to determine starting parameters or select the starting parameters in the parameter definition level, *Controller* option:
- Set the *proportional action coefficient / Gain Kp* to a value that will produce a lasting system deviation of < 80% of the given setpoint change in the stationary process state.
 - Set the *reset time Tr* to a very high value (e.g. 9999 s).
 - Leave the *derivative action time Td* at 0 (works setting) if you are trying to optimise a PI structure or set the derivative action time Td to 0.1 if you wish to optimise a PI structure.
- Step 2:** Select options in the parameter definition level, *Adaption* option:
- Activate *adaption*
 - Select *Setpoint in several stages*
- Step 3:** Enter the required process setpoint in the process control level. Under these conditions, the process setpoint is set in up to 5 stages and, in doing so, the controller parameters are optimised in each stage.

7.6 Operating the tuning and adaption functions

Configuration and parameter definition levels

Both in the configuration and also in the parameterisation levels, first the *Tune* module and then the *Adaption* module can be used for adaption in the sub-menus. However, Tune and Adaption cannot be run simultaneously (cf. Par. 7.4).

When the **Tune: on** option is selected, the controller parameters are optimised the first Time the setpoint changes. When using a corresponding output as detailed in the table at paragraph 7.5, the **Adapt: on** option produces an evaluation of the controlled variable's transient response with each change in the setpoint and, if applicable, optimisation of the controller parameters.

The **SP↑↑: yes** option activates a new setpoint is set in several stages within the adaption function, each of these stages being used for one optimisation cycle.

If **SP↑↑: no** is selected, optimisation takes place in one stage.

When the **PV↑: yes** or **PV↑: no** option is selected, the adaption function performs optimisation on the basis of the shortest control stabilisation time with 5 % overshoot or an aperiodic transition response.

Process operating level

The adaption process cannot be influenced directly in the *process operation* level. A running adaption cycle can, however, be aborted by pressing the MANUAL/AUTOMATIC key twice.

If the setpoint is changed while an adaption cycle is running, adaption is aborted and a new adaption cycle is initialised on the basis of the new setpoint according to the options selected during configuration or parameter definition.



Status displays

In the operator control mode, the **Adap or Tune** status message flashes every 5 sec in the second line of the display whenever an adaption or tune cycle is running.

Specific statuses and controller settings may lead to a situation in which an adaption cycle cannot be started. The reason for this is indicated by the **not ready** status message and by a two-digit code displayed for 5 sec. Refer to the following table for the meanings of the codes.

Code	Meaning
01	External setpoint input active
02	Setpoint tracking active
03	Setpoint ramp active
04	Measured variable in a non-stationary state
05	Main controller not in MANUAL mode (cascade control only)
06	Subordinate controller not in Automatic mode (cascade control only)
07	Resolution less than minimum (setpoint change too small)



8 ERROR MESSAGES AND WARNINGS

The Digital Controller carries out a self-test each time it is switched on. The data memory, the program memory and the non-volatile memory are checked during the course of the self test.

Correct functioning of the inputs and outputs can also be tested during operation. If an error occurs, it is displayed in the second line of the display. The error display does not disappear until the error has been remedied.

The controller assumes the MANUAL mode whenever an error occurs.

Error messages during the self test:

Error message	Cause	Controller status	Remedy
Para defective	The parameterisation data stored in the EEPROM is defective.	The controller switches to MANUAL mode and remains the self-test phase.	Parameterise the controller again (see <i>Parameterisation</i> .)
Config defetive	The configuration data stored in the EEPROM is defective.	The controller switches to MANUAL mode and remains the self-test phase.	Configure the controller again (see <i>Configuration</i>)
SP def	The status data stored in the EEPROM is defective.	The controller switches to MANUAL mode.	Set the setpoint again and then switch the controller to AUTO mode.
KalDef	The calibration data stored in the EEPROM is defective.	The controller assumes the status it was in before switching off. The controller operates with limited accuracy.	This fault cannot be remedied by the user.



Error message	Cause	Controller status	Remedy
In1Err ¹⁾	An error has been detected at the first controller input.	Controller switches to MANUAL mode.	Check and repair the connected sensor and wiring. The controller remains in MANUAL mode and may have to be switched back to AUTO mode by way of the keyboard.
In2Err ²⁾	An error has been detected at the 2nd controller input.	Controller switches to the MANUAL mode.	Check and repair the connected sensor and wiring. The controller remains in MANUAL mode and may have to be switched back to AUTO mode by way of the keyboard.
OutErr	An error has been detected at the controller output.	Controller switches to the MANUAL mode.	Check and repair the connected actuator and wiring. The controller remains in MANUAL mode and may have to be switched back to AUTO mode by way of the keyboard.
NTCErr	A defect has been detected on the temperature sensor for internal comparison.	The controller remains in the state it was in before the error occurred. A constant point compensation temperature of 20 °C is set as the temperature for the comparison point	This error cannot be remedied by the user.

¹⁾ An error at input 1 can only be detected when using the following sensor types:
Pt100, Thermocouples, standard signal inputs: 0 ... 10 V, 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA

²⁾ An error at input 2 can only be detected when using the following sensor types:
Standard signal inputs: 0 ... 10 V, 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA.



The following table shows the circumstances under which an error is detected with the various sensor types:

Sensor type	Error occurs in the the following cases	Value displayed in the event of an error
Pt 100	The Pt100 is at a temperature higher than 850 °C	+ 850
	The cable to the Pt100 has a discontinuity	+ 850
	The Pt100 is at a temperature less than - 200 °C	- ***
	The cable to the Pt100 has a short-circuit	- ***
Thermocouple Type J	The thermocouple is at a temperature higher than 1200 °C	+ 1200
	The thermocouple is at a temperature less than - 200 °C	- 200
Thermocouple Type K	The thermocouple is at a temperature higher than 1370 °C	+ 1370
	The thermocouple is at a temperature less than - 200 °C	- 200
Thermocouple Type T	The thermocouple is at a temperature higher than 400 °C	+ 400
	The thermocouple is at a temperature less than 0 °C	- ***
Thermocouple Type R	The thermocouple is at a temperature higher than 1760 °C	+ 1760
	The thermocouple is at a temperature less than 0 °C	0
Thermocouple Type S	Das Thermoelement befindet sich auf einer Temperatur größer als 1760 °C	+ 1760
	The thermocouple is at a temperature less than 0 °C	0
Standard signal 0 ... 10 V	The connected sensor supplies an output voltage less than - 0.7 V	PVI (low scaling value)
Standard signal 0 ... 20 mA	The connected sensor supplies an output voltage less than -0,5 mA	PVI (low scaling value)
Standard signal 4 ... 20 mA	The connected sensor supplies an output voltage less than 3,5 mA	PVI (low scaling value)



9 ANNEX

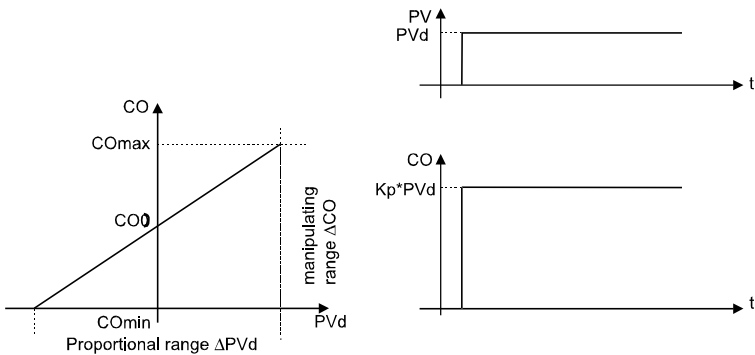
9.1 Characteristics of PID controllers

A PID controller has a proportional, an integral and a differential component (P, I and D components).

P component:

Function: $CO = K_p \cdot PVd$.

K_p is the proportional action coefficient / Gain. It results from the ratio of the manipulating range ΔCO to the proportional range ΔPVd .



Characteristic

Step response

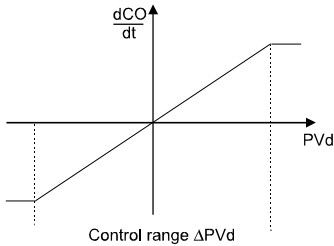
Characteristics:

Theoretically, a pure P controller operates without delay, i.e. it is fast and therefore dynamically favorable. It has a lasting system deviation, i.e. it does not balance out the effects of disturbances completely and is therefore relatively unfavorable from the static point of view.

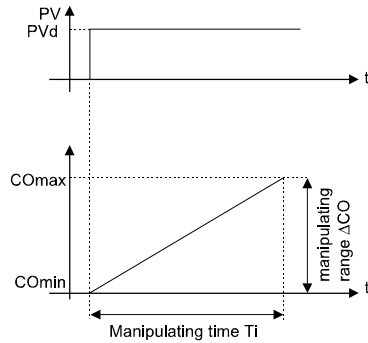
I component:

Function: $CO = \frac{1}{T_i} \int PVd \, dt$

T_i is the integration or manipulating time. This is the time that elapses before the manipulated variable has passed through the complete manipulating range.



Characteristic



Step response

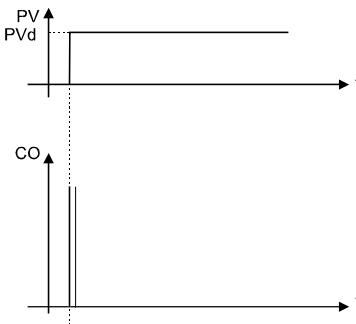
Characteristics

A pure I controller eliminates the effects of occurring disturbances completely. Therefore, it has a favorable static response. Owing to its finite manipulating speed, it operates more slowly than the P controller and tends to oscillate. Therefore, it is relatively unfavorable from the dynamic point of view.

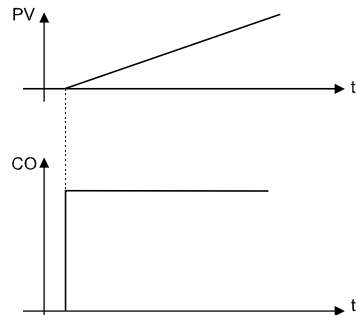
D component:

Funktion: $CO = K_d \frac{dPV_d}{dt}$

K_d is the derivative action coefficient.
The higher K_d is, the stronger the D influence is.



Step response



Rise response

Characteristics:

A controller with a D component reacts to changes in the controlled variable and is accordingly capable of dissipating occurring deviations faster.



Superposition of P, I and D components:

$$CO = K_p PVd + \frac{1}{T_i} \int PVd dt + \frac{dPVd}{dt}$$

where $K_p \cdot T_i = T_r$ and $K_d/K_p = T_d$ results with regard to **functioning of the PID controller**:

$$CO = K_p (PVd + \frac{1}{T_r} \int PVd dt + T_d \frac{dPVd}{dt})$$

K_p : **Proportional action coefficient / gain**

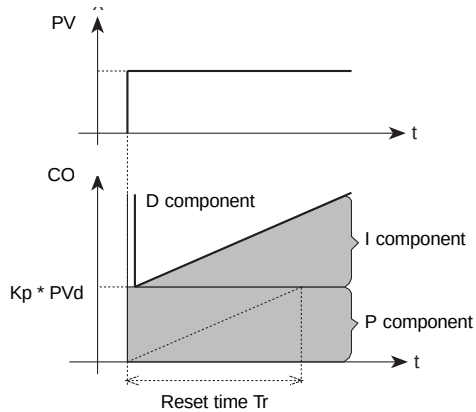
T_r : **Reset time**

(The time needed to achieve the same manipulated variable change by the I component as is produced as the result of the P component)

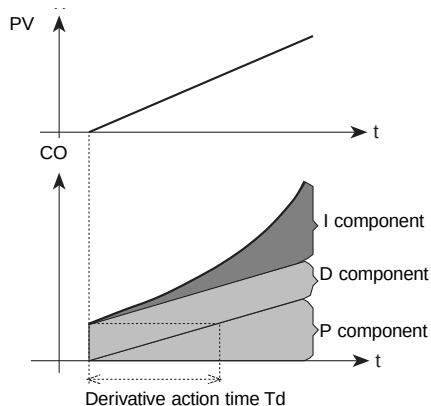
T_d : **Derivative action time**

(The time needed to achieve a specific manipulated variable on the basis of the D component earlier than when using a pure P controller)

Step response of the PID controller



Rise response of the PID controller





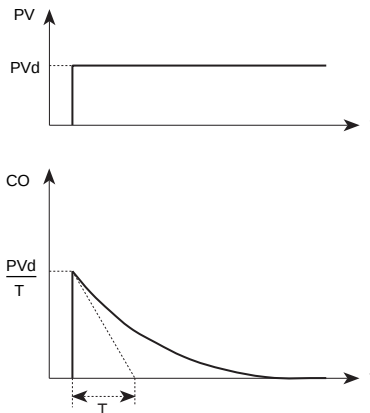
Realised PID Controller

D component with delay:

In the digital controller, the D component is realised with a delay T ($T = 1/3 T_d$).

Function: $T \frac{dCO}{dt} + CO = K_d \frac{dXd}{dt}$

Step response:

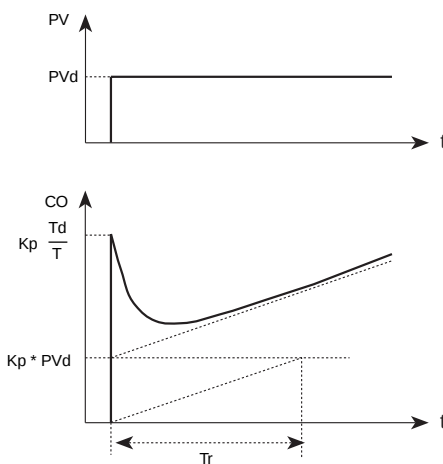


Superposition P, I and DT components:

Function of the real PID controller:

$$T \frac{dCO}{dt} + CO = K_p (PVd + \frac{1}{T_r} \int PVd dt + T_v \frac{dPVd}{dt})$$

Step response of the real PID controller:





9.2 Rules for adjusting PID controllers

The literature on control systems specifies a series of adjustment rules with which a favorable adjustment of controller parameters can be achieved experimentally. To avoid bad adjustments, the conditions under which the respective adjustment rules have been elaborated must always be observed. In addition to the characteristics of the controlled system and of the controller itself, it is important to know whether it is intended to balance out a disturbance change or a command variable change.

Adjustment rules according to Ziegler and Nichols (oscillation method)

When using this method, controller parameters are adjusted on the basis of the control loop's response at the stability limit. In doing so, the controller parameters are adjusted so as to ensure that the control loop begins to oscillate. A conclusion as to a favorable adjustment of the controller parameters is reached from critical characteristic values occurring in this case. It goes without saying that, when using this method, it must be possible to bring the control loop to oscillation.

Method:

- Set the controller as a P controller (i.e. $T_r = 999$, $T_d = 0$), initially selecting a low K_p value
- Set the required setpoint
- Increase K_p until the controlled variable oscillates continuously without attenuation (Figure 44).

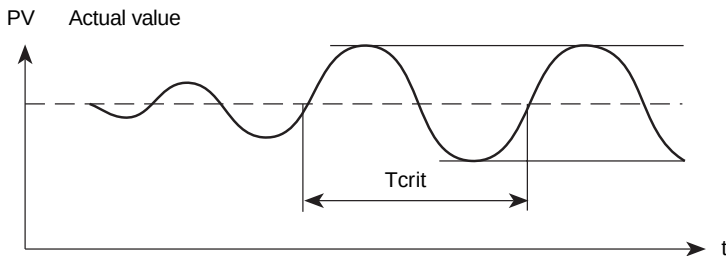


Figure 44: Progression of the control variable at the stability limit

The proportional action coefficient (gain) set at the stability limit is referred as K_{crit} . The resulting oscillation period is referred to as T_{crit} .



On the basis of K_{crit} and T_{crit} , the controller parameters can then be calculated in accordance with the following table.

Parameter settings according to Ziegler and Nichols:

Controller type	Parameter settings		
P controller	$K_p = 0,5 K_{crit}$	-	-
PI controller	$K_p = 0,45 K_{crit}$	$T_r = 0,85 T_{crit}$	-
PID controller	$K_p = 0,6 K_{crit}$	$T_r = 0,5 T_{crit}$	$T_v = 0,12 T_{crit}$

The Ziegler and Nichols adjustment rules were determined for P systems with a time delay of the first order and a dead time. However, they apply only to controllers with a disturbance response, but not to controllers with a command response.

Adjustment rules according to Chien, Hrones and Reswick (manipulated variable methods)

When using this method, the controller parameters are adjusted on the basis of the control system's transition response. A 100 % change in the manipulated variable is output. The times T_u and T_g are derived from the progression of the actual value of the control variable (Figure 45). K_s is the proportional action coefficient (gain) of the control system.

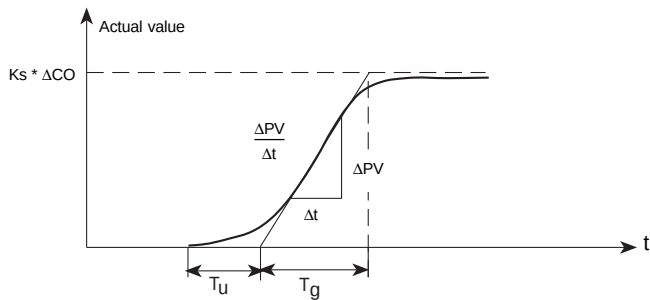


Figure 45: Progression of the controlled variable after a manipulated variable change ΔCO

Method:

- Set the controller to MANUAL mode
- Output a manipulated variable change and record the controlled variable with a recorder
- Switch off in good time if you encounter critical progressions (e.g. a risk of overheating).



NOTE

Pay attention to the fact that, in thermally inert systems, the actual value of the controlled variable may increase further after switching off.



The following table lists the settings for the controller parameters depending on T_g and K_s for command and disturbance response and for an aperiodic control operation as well as a control operation with 20 % overshoot. They apply to systems with a P response, with a dead time and with a delay of the 1st order.

Parameter settings according to Chien, Hrones and Reswick:

Controller type	Parameter settings			
	aperiodic control operation (0 % overshoot)		control operation with 20 % overshoot	
	Command	Disturbance	Command	Disturbance
P controller	$K_p = 0,3 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$	$K_p = 0,3 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$	$K_p = 0,7 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$	$K_p = 0,7 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$
PI controller	$K_p = 0,35 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 1,2 T_g$	$K_p = 0,6 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 4 \cdot T_u$	$K_p = 0,6 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = T_g$	$K_p = 0,7 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 2,3 \cdot T_u$
PID controller	$K_p = 0,6 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = T_g$ $T_v = 0,5 \cdot T_u$	$K_p = 0,95 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 2,4 \cdot T_u$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$	$K_p = 0,95 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 1,35 \cdot T_g$ $T_v = 0,47 \cdot T_u$	$K_p = 1,2 \frac{T_g}{T_u \cdot K_s}$ $T_n = 2 \cdot T_u$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$

As shown in Figure 45, the proportional action coefficient / gain K_s of the control system can be calculated by way of the increase in the inflectional tangent, i.e. by way of $\Delta PV / \Delta t$ (ΔCO : Manipulated variable changing):

$$K_s = \frac{\Delta PV \cdot T_g}{\Delta t \cdot \Delta CO}$$



9.3 Abbreviations

Cch	High manipulated variable limit for "Cooling" (position controll)
Ccl	Low manipulated variable limit for "Cooling" (position controll)
Chh	High manipulated variable limit for "Heating" (position controll)
Chl	Low manipulated variable limit for "Heating" (position controll)
CO0	Operating point of controller 1 or 2
COh	High manipulated variable limit
COl	Low manipulated variable limit
COs	Safety value for the manipulated variable
D	Setpoint ramp pitch
Fg1	Cut-off frequency (-3 dB) of input filter 1
Fg2	Cut-off frequency (-3 dB) of input filter 2
Gt	Backlash for direction reversal
Hy	Alarm hysterises
Kp1	Proportional action coefficient (gain) of PID controller 1 or 2
Kp2	Proportional action coefficient (only for 3-point PMW signal, "Cooling")
Kps	Proportional action coefficient for "Heating" and "Cooling"
Olp	Overlap zone of the signals for "Heating" and "Cooling"
P2h	High scaling value for input 2
P2l	Low scaling value for input 2
Pdb	Dead zone around the setpoint
Pr+	High alarm limit, which refers to the ratio
Pr-	low alarm limit, which refers to the ratio
Prh	High scaling value for the ratio
Prl	Low scaling value for the ratio
Psd	Insensitivity zone between the two switching functions
Psh	Switching hysteresis of the relays
PV+	High alarm limit for input 1
PV-	High alarm limit for input 2
PVd	System diviation
PVh	High scaling value for input 1
PVl	Low scaling value for input 1
SP1	Setpoint of controller 1
SP2	Setpoint of controller 2
SPh	High setpoint limit
SPl	Low setpoint limit
Srh	High setpoint limit in ratio control
Srl	Low setpoint limit in ratio control
T+	Period of the PWM signal for "Heating"
T-	Period of the PWM signal for "Cooling"
TCO	Run time from one end position to the other
Td	Derivative action time of PID controller 1 or 2
Tds	Derivative action time of the PDT1 element
Tr	Reset time of PID controller 1 or 2
Ts	Time constant of the PDT1 element



9.4 Index

	page		page
2-point PWM signal	108,127,157	Operation	134ff,139,164
3-point PWM signal	108,128,157	Operator control	135
3-point step signal	108,129,159	Operator indicators	135,136,139
Adaption	168ff	Overlap zone	129,158
Alarm limit	150,153	P component	180,183
Alarm mode	150,153	PID controller	125,130,180ff,184ff
Alarm, absolute	108,124,150,153	Process operation	134,136ff,175
		Proportional action coefficient	154,155,180ff
Alarm, ratio	108,132	Protective code	163
Alarm, relative	108,125,150,153	Pulse output	157
Automatic mode	134,136,137	PWM signal	108,128,129,157,159
Auxiliary control loop	119ff	Ramp	162
Auxiliary controller	119ff,173	Ratio control	117,118,142
Binary input	107,161	Ratio setpoint	117
Binary output	108,162	Reset time	129,154,155,182
Cascade control	119,142,149,151,167	Resistance thermometer	151
Comparison point compensation	106,152	Rise response	181,182
Compensator	113	Root extraction	153
Configuration	134,139ff,175	Rules for adjusting	170,184ff
Dead zone	156	Safety value	160,161
Derivation action time	125,132,154,155,182ff	Scaling	152
DISPLAY key	136	Select key	136,139
„Down arrow“ key	136,139	Self-adjustment	160
ENTER key	136,139	Self-optimisation	160,168ff
Error message	177ff	Self-test	177
Feed forward control	113,114,154,166	Setpoint limit	152
Filter	122,131,153,154	Setpoint ramp	162
Fixed setpoint control	111,113	Setpoint tracking	162
Follow-up control	115	Setpoint, external	107,116,146,165
Gain	156	Setpoint, internal	107
I component	180	Setting numeric values	138
Insensitivity zone	131	Signal, continuous	107,127
Interface, serial	101,161	Signal, discontinuous	107
Language	161	Signal, frequency-analog	105,151,152
Line of action	161	Standard controller	109,111,112,165
Linearisation	123	Status display	176
Main control loop	119	Step response	180ff
Main controller	119ff,130,155,173	Switching hysteresis	130,159
Manipulated variable limiting	151,156,157,158	System deviation	111
Manual mode	134,136,137	Thermocouple	106,151,152
MANUAL/AUTO key	136	Tuning	160,168ff
Master code	101,135	Transition response	160
Operating level	134ff	„Up arrow“ key	136,139
Operating point	125,132	User code	101



9.5 Configuration

Structur of the controller:

Input 1

Input signal type:			
Root function:	yes	no	
Scaling:	PVh:	PVl:	
Frequency:			
Alarm mode:	rel.	abs.	
Alarm limit:	PV+:	PV-:	Hy:
Input filter:	Fg1	Fg2	
Set point limit:	SPh:	SPl:	

(Input 2)

Input signal type:			
Root function:	yes	no	
Scaling:	PVh:	PVl:	
Frequency:			
Alarm mode:	rel.	abs.	
Alarm limit:	PV+:	PV-:	Hy:
Input filter:	Fg1	Fg2	
Set point limit:	SPh:	SPl:	

(In the case of feed forward control: Setting the Parameters of the PDT1 element)

Kps:	Tds:	Ts:	PV0:
------	------	-----	------

Controller 1

Kp1:	(Kp2:)	Tr:
Td:	Pdb:	CO0:

(Controller 2)

Kp1:	(Kp2:)	Tr:
Td:	Pdb:	CO0:



Output

Continuous:
Position:
2-point PWM signal:
3-point PWM signal
3-point step signal:

Safety

COs:

Adaption Controller 1

Tune:	on	off
Adaption:	on	off
Optimisation steps	off	on
transition response	off	on

(Adaption Controller 2)

Tune:	on	off
Adaption:	on	off
Optimisation steps:	off	on
transition response:	off	on

Add menues:

Language:	German	English	French
-----------	--------	---------	--------

(Serial:)

Binary input:

Binary output:

Ramp:

Set-Point-Tracking:

Display in line 2:

Safety code:





bürkert

Steuer- und Regeltechnik
Christian-Bürkert-Str. 13-17
74653 Ingelfingen
Telefon (0 79 40) 10-0
Telefax (0 79 40) 10-204

Berlin: Tel. (0 30) 67 97 17-0
Dresden: Tel. (03 59 52) 36 30-0
Frankfurt: Tel. (0 61 03) 94 14-0
Hannover: Tel. (05 11) 9 02 76-0
Dortmund: Tel. (0 23 73) 96 81-0
München: Tel. (0 89) 82 92 28-0
Stuttgart: Tel. (07 11) 451 10-0

Australia: Seven Hills NSW 2147
Ph. (02) 96 74 61 66

Austria: 1150 Wien
Ph. (01) 894 13 33

Belgium: 2100 Deurne
Ph. (03) 325 89 00

Canada: Oakville, Ontario L6L 6M5
Ph. (0905) 847 55 66

China: Suzhou
Ph. (0512) 808 19 16/17

Czech Republic: 75121 Prosenice
Ph. (0641) 22 61 80

Denmark: 2730 Herlev
Ph. (044) 50 75 00

Finland: 00370 Helsinki
Ph. (09) 54 97 06 00

France: 93012 Bobigny Cedex
Ph. (01) 48 10 31 10

Great Britain: Stroud, Glos, GL5 2QF
Ph. (01453) 73 13 53

Hong Kong: Kwai Chung N.T.
Ph. (02) 24 80 12 02

Italy: 20060 Cassina De'Pecchi (MI)
Ph. (02) 95 90 71

Ireland: IRE-Cork
Ph. (021) 86 13 16

Japan: Tokyo 167-0054
Ph. (03) 53 05 36 10

Korea: Seoul 137-130
Ph. (02) 34 62 55 92

Malaysia: Penang
Ph. (04) 657 64 49

Netherlands: 3606 AV Maarssen
Ph. (0346) 58 10 10

New Zealand: Mt Wellington, Auckland
Ph. (09) 570 25 39

Norway: 2026 Skjetten
Ph. (063) 84 44 10

Poland: PL-00-684 Warszawa
Ph. (022) 827 29 00

Singapore: Singapore 367986
Ph. 383 26 12

South Africa: East Rand 1462
Ph. (011) 397 29 00

Spain: 08950 Esplugues de Llobregat
Ph. (093) 371 08 58

Sweden: 21120 Malmö
Ph. (040) 664 51 00

Switzerland: 6331 Hünenberg ZG
Ph. (041) 785 66 66

Taiwan: Taipei
Ph. (02) 27 58 31 99

Turkey: Yenisehir-Izmir
Ph. (0232) 459 53 95

USA: Irvine, CA 92614
Ph. (0949) 223 31 00

www.buerkert.com
info@de.buerkert.com

Technische Änderungen vorbehalten.
We reserve the right to make technical changes without notice.
Sous réserve de modification techniques.

© 2000 Bürkert Werke GmbH & Co.

Bedienungsanleitung Nr. 801 108 - ind04/may00

05/00/1'M