

**AN039****Application Note zu Multi-LAB/2****Echtzeit PID-Digitalregler mit Multi-LAB/2 Karten.**

Autor: MH/HK

AN039.DOC (16 Seiten)

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>2</b>
1.1.	Dateien auf der Originaldiskette .....	2
<b>2.</b>	<b>Funktionsbeschreibung</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Reglerkoeffizienten</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Meßbereiche</b>	<b>7</b>
4.1.	Eingangseinheiten .....	7
4.2.	Ausgangseinheiten .....	8
<b>5.</b>	<b>Parameter des Reglers</b>	<b>9</b>
<b>6.</b>	<b>Prozeduren</b>	<b>13</b>
<b>7.</b>	<b>Inbetriebnahme des Reglers, Beispiele</b>	<b>14</b>
7.1.	Beispiel 1 .....	14
7.2.	Beispiel 2 .....	15

# 1. Allgemeines

## 1.1. Dateien auf der Originaldiskette

Auf der Originaldiskette bzw. im Verzeichnis „SORCUS\ML2\PID“ finden Sie neben der PID-Reglertask und einer README.DOC Datei verschiedene anderen Dateien. Folgende Dateien sollten Sie auf der mitgelieferten Diskette finden:

Dateiname	Beschreibung
README.DOC	Hinweise, die nicht mehr in diese Beschreibung aufgenommen werden konnten.
M2P0325.EXE	Multitasking-fähiger und mehrfach installierbarer Echtzeitregler für Multi-LAB/2 Karten.
PID2.INS	Beispiel einer Installationsdatei zur Installierung eines Reglers mit MLC <sup>1</sup> .

---

<sup>1</sup> MLC ist ein Hilfs- und Testprogramm, welches zu jeder Multi-LAB/2 Karte mitgeliefert wird.

## 2. Funktionsbeschreibung

In vielen Fällen der Prozeßautomatisierung kommen Regler zum Einsatz. Die am meisten verbreiteten parameteroptimierten Regler haben P-, PI- oder PID-Verhalten.

Wünschenswert wäre es, solche analogen Regler durch Digitalrechner, wie z.B. MODULAR-4 oder Multi-LAB/2 Karten, zu ersetzen. Man kann dann auf Erfahrungen mit analogen Reglern zurückgreifen und die bekannten Einstellregeln für die Reglerparameter verwenden. Abb. 1 zeigt den typischen Aufbau eines Regelsystem mit einer MODULAR-4/486 oder Multi-LAB/2 Karte.

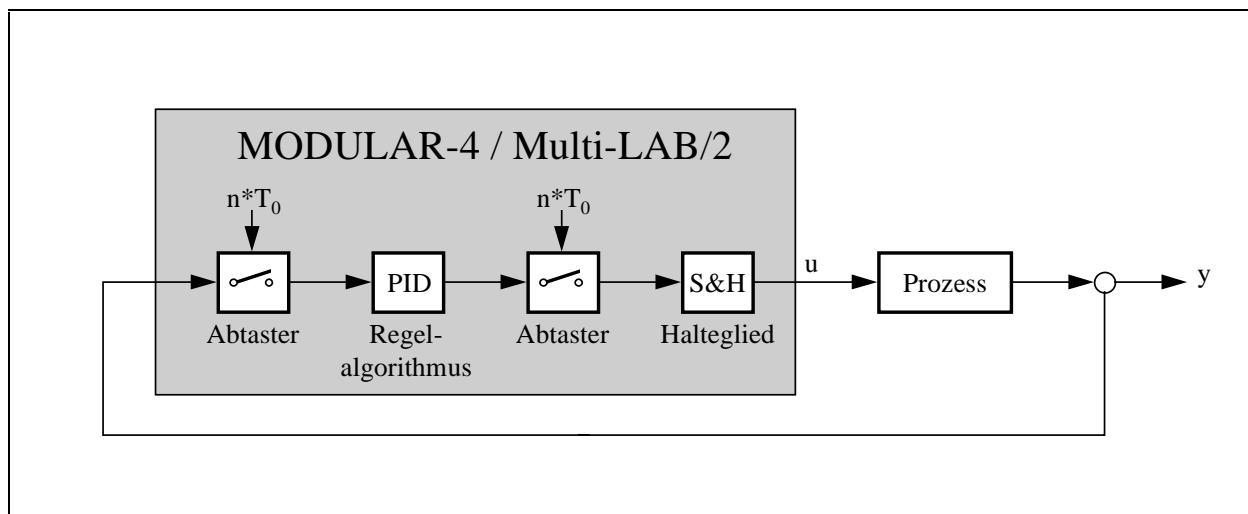


Abb. 1: Blockschaltbild eines Regelkreises

Der PID-Regler kann ohne Änderung als NI- oder II-Task auf Multi-LAB/2 Karten laufen:

- Bei der Installation des Programms als II-Task unter einem Timer wird das Eingangssignal mit einer einstellbaren Abtastrate abgetastet.
- Darüber hinaus kann das Programm als II-Task unter einem beliebigen Interrupt installiert werden. Bei der Verwendung von externen Interrupts läßt sich der Abtasttrigger auch über einen externen Eingang einspeisen, so daß mit jedem Impuls an diesem Eingang ein Regelungszyklus (= Einlesen des Eingangssignals ➔ Berechnung des neuen Ausgangswertes ➔ Ausgabe des neuen Ausgangswertes) durchgeführt wird.
- Bei einer Installation des Programms als NI-Task erfolgt die Abtastung über einen Prozeduraufruf der Task. Das heißt, erst durch Aufrufen einer bestimmten Prozedur des Reglers (z. B. von einer anderen Task oder vom PC aus) wird ein Regelungszyklus angestoßen. Die NI-Task selbst wird nach dem Installieren nicht aktiviert.

Unabhängig vom Tasktyp, unter dem der Regler installiert wird, können beliebig viele Regler auf einer Karte installiert werden. Dabei muß der Programmcode jedoch nur einmal auf die Karte übertragen werden. Das Programm ist reentrant.

Die folgende Tabelle zeigt im Detail, wie der PID-Regler installiert werden kann.

Task-Typ	Abtastquelle	Interrupt-Nummer	Installierungs-Flags
<b>II-Task</b>	IP-0	80h	0989h
	IP-1	81h	0989h
	Timer-A	83h	0989h
	Timer-B	84h	0989h
<b>NI-Task</b>	Prozeduraufruf	keine	0988h

**Hinweis:** Bei Installation des Programms unter Timer-B wird Timer-B in der Betriebsart „Timer“ verwendet. Die anderen Betriebsarten des Timers (Ereigniszähler, Frequenzmessung, Pulsbreitenmessung, Periodendauermessung) können nicht verwendet werden (z.B. für die Eingangswerte)!

Die Task, unter der der Regler installiert wird, benötigt keinen Datenbereich auf der Multi-LAB/2 Karte.

Die meisten Ein- und Ausgangseinheiten der Multi-LAB/2 Karte werden standardmäßig unterstützt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Ein- und Ausgangswerte von beliebigen anderen Tasks zu verwenden. Dadurch ist zum Beispiel auch eine mehrfache Kaskadierung oder eine Einbindung von nicht standardmäßig unterstützten Ein- und Ausgangseinheiten problemlos möglich.

Der Regler arbeitet intern mit einem sogenannten „rekursiven“ Algorithmus“, der gegenüber anderen Algorithmen sehr schnell ist und zusätzlich eine stoßfreie Umschaltung auf einen anderen Parametersatz ermöglicht. Folgende Abtastraten lassen sich mit den verschiedenen Multi-LAB/2 Karten erreichen:

	Multi-LAB/2a	Multi-LAB/2d	Multi-LAB/2i	Multi-LAB/2h
Abtastrate:	ca. 750 Hz	ca. 750 Hz	ca. 1,3 kHz	ca. 2 kHz

### Die besonderen Eigenschaften des Reglers in Stichpunkten:

- Sehr schneller PID-Regel-Algorithmus.
- Lauffähig auf allen Versionen der Multi-LAB/2 Karte.
- Mehrfach installierbar. Dadurch besteht die Möglichkeit der Kaskadierung von mehreren Reglern. Der Programmcode wird dabei nur einmal auf der Multi-LAB/2 Karte installiert (reentrant).
- Installierbar als NI- oder II-Task.
- Digitales Eingangsfiler durch optionale Mittelung von eingehenden Ist-Werten. Störungen wie Rauschen oder Ausreißer lassen sich damit unterdrücken.
- Einstellbare Grenzen für das Eingangssignal des Reglers (siehe Abb. 2).
- Einstellbare Grenzen für das Ausgangssignal des Reglers (siehe Abb. 2).
- Begrenzung der maximalen Änderung des Ausgangssignals (siehe Abb 3).

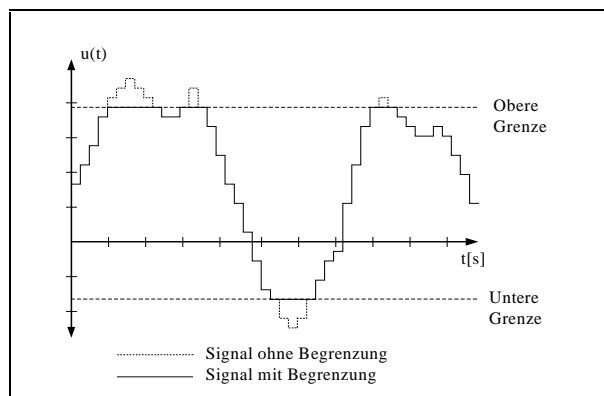


Abb. 2: Begrenzung des Ein- und Ausgangssignals

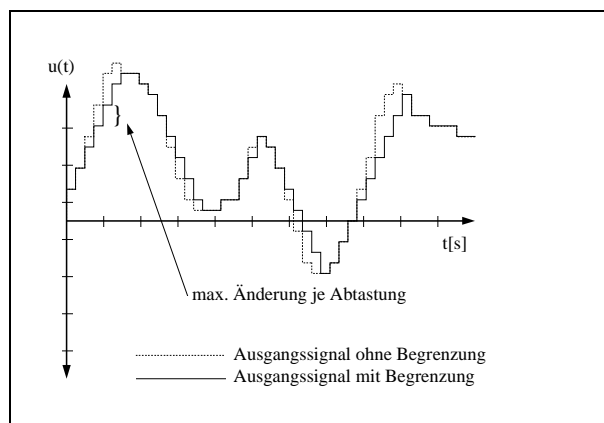


Abb. 3: Begrenzung der max. Änderung

### 3. Reglerkoeffizienten

Nach DIN 19226 werden die einzelnen Parameter eines PID-Reglers wie folgt bezeichnet:

- $K$  = **Verstärkungsfaktor**  
 $T_i$  = **Integrierzeit**. Sie wird auch als **Nachstellzeit** bezeichnet.  
 $T_d$  = **Differenzierzeit**. Sie wird auch als **Vorhaltezeit** bezeichnet.  
 $y$  = **Ausgangssignal** des Reglers. Das Signal wird auch als **Stellgröße** bezeichnet.  
 $u$  = **Eingangssignal** des Reglers. Das Signal wird auch als **Regelgröße** bezeichnet.  
 $w$  = **Sollwert**. Wird auch als **Führungsgröße** bezeichnet.

Mit Hilfe dieser Angaben müssen sogenannte Reglerkoeffizienten berechnet werden, die dann an den Regler übergeben werden. Die Koeffizienten werden wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned}
 Q_0 &= INT \left[ 1024 \cdot K \cdot \left( 1 + \frac{T_d}{T_0} \right) \right] \\
 Q_1 &= INT \left[ -K \cdot 1024 \cdot \left( 1 + \frac{2 \times T_d}{T_0} - \frac{T_0}{T_i} \right) \right] \\
 Q_2 &= INT \left[ K \cdot 1024 \cdot \frac{T_d}{T_0} \right]
 \end{aligned}$$

INT = Ganzzahliger Anteil;  $T_0$ ,  $T_d$  und  $T_i$  in Sekunden

**Hinweis:** Bei der Wahl der Parameter muß darauf geachtet werden, daß die Abtastrate  $T_0$  relativ klein zur eingestellten Nachstellzeit bzw. Vorhaltezeit gewählt wird.

Regler mit z.B. P- oder PI-Verhalten ergeben sich aus dem PID-Regler durch Parametrieren der entsprechenden Anteile.

## 4. Meßbereiche

Je nach eingesetzter Ein- und Ausgangseinheit werden unterschiedliche Eingangswerte an den Regler übergeben bzw. vom Regler in die Ausgangseinheit geschrieben. Dabei wird einheitlich das Integer-Format verwendet. Sämtliche einzustellenden Werte wie Führungsgröße oder Grenzwerte beziehen sich auf diese Integer-Werte. Die folgende Tabelle zeigt Ihnen, in welchen Bereichen die unterschiedlichen Ein- und Ausgangseinheiten arbeiten, so daß Sie die Führungsgröße und die Grenzwerte korrekt einstellen können.

### 4.1. Eingangseinheiten <sup>2</sup>

Meßwert	Analoge Eingänge Bipolar z.B. $\pm 5V$	Analoge Eingänge Unipolar z.B. 0 bis 5V	Analoge Eingänge Unipolar-neg. z.B. 0 bis -5V	Timer-B	Task
$2^{31} - 1$	-	-	-	-	$2^{31} - 1$
65535	-	-	-	65535	
32767	-	-	-	-	
4095	-	-	-	-	
2047	2047	2047	2047	-	
1	-	-	-	0	-
0	-	-	-	-	
-1	-	-	-	-	
-2048	-2048	-2048	-2048	-	
-4095	-	-	-	-	
-32768	-	-	-	-	$-2^{31}$
$-2^{31}$	-	-	-	-	

Beachten Sie bitte, daß der Algorithmus des Reglers in 32-Bit Integer Arithmetik implementiert ist, wobei Überläufe nicht (!) abgefangen werden. Bei der Übernahme der Eingangsdaten von einer anderen Task ist dieses Verhalten unbedingt zu berücksichtigen (z.B. durch entsprechendes Einstellen der Eingangs-Grenzwerte). Bei der Verwendung der Ein- und Ausgangseinheiten der Multi-LAB/2 Karte tritt dieses Problem nicht auf, da die Eingangsbereiche hinreichend klein sind.

<sup>2</sup> Die grau hinterlegten Wertebereiche treten bei den entsprechenden Eingangseinheiten bzw. Meßbereichen nicht auf.

## 4.2. Ausgangseinheiten <sup>3</sup>

Meßwert	Analoger Ausgang Bipolar z.B. $\pm 5$ Volt	Analoger Ausgang Unipolar z.B. 0 bis 10 Volt	Task
$2^{31} - 1$	-	-	$2^{31} - 1$
32767	-	-	
4095	-	4095	
2047	2047		
1			
0		0	
-1		-	
-2048	-2048	-	
-4095	-	-	
-32768	-	-	
$-2^{31}$	-	-	$-2^{31}$

<sup>3</sup> Die grau hinterlegten Wertebereiche treten bei den entsprechenden Ausgangseinheiten bzw. Meßbereichen nicht auf.



## 5. Parameter des Reglers

### Definition:

Word	= Vorzeichenloser 16-Bit Integer Wert
Dword	= Vorzeichenloser 32-Bit Integer Wert
Int	= Vorzeichenbehafteter 16-Bit Integer Wert
Dint	= Vorzeichenbehafteter 32-Bit Integer Wert

Nr.	Init	Typ	Funktion
0	0	Word	<b>Status:</b> 00h = Programm bereit 01h = Programminitialisierung läuft 02h = Programm läuft 03h = Programm angehalten 04h = Berechnung läuft  <b>Fehlermeldungen:</b> 82h = Die Grenzen des Eingangsbereichs sind nicht korrekt eingestellt, z.B. obere Grenze ist kleiner als untere Grenze. 83h = Die Grenzen des Ausgangsbereichs sind nicht korrekt eingestellt, z.B. obere Grenze ist kleiner als untere Grenze. 80h = Angegebenes Device zum Einlesen wird nicht unterstützt. 81h = Angegebenes Device zum Ausgeben wird nicht unterstützt. 86h = Programm wurde unter einem falschen Tasktyp installiert. 87h = Funktionsaufruf liefert Fehler. 88h = Falsche Konfiguration der analogen Ausgänge (z.B. falscher Bereich bei Multi-LAB/2a und /d Karten).
2	0	DWord	<b>Abtastrate des Reglers</b> in Vielfachen von 10µs (nur bei Installation als II-Task unter einem Timer).
6	0	DInt	<b>Reglerkoeffizient <math>Q_0</math>.</b>
10	0	DInt	<b>Reglerkoeffizient <math>Q_1</math>.</b>
14	0	DInt	<b>Reglerkoeffizient <math>Q_2</math>.</b>
18	0	DInt	<b>Führungsgröße des Reglers.</b>
22	$2^{31} - 1$	DInt	<b>Obere Grenze der Regelgröße.</b>
26	$-2^{31}$	DInt	<b>Untere Grenze der Regelgröße.</b>
30	$2^{31} - 1$	DInt	<b>Obere Grenze der Stellgröße.</b>

Nr.	Init	Typ	Funktion
34	$-2^{31}$	DInt	<b>Untere Grenze der Stellgröße.</b>
38	65535	Word	<b>Maximal zulässiger Sprung der Stellgröße.</b>
40	0	Word	<p><b>Anzahl Mittelungen der Regelgröße.</b> Durch die Mittelung der Regelgröße lassen sich Störungen auf dem Eingangssignal filtern. Die Abtastung der einzelnen zu mittelnden Werte erfolgt mit der eingestellten Abtastrate.</p> <p>Anzahl Mittelungen = 2 <small>eingetragener Wert für Parameter 40</small></p>
42	0	Word	<b>Nummer der Task</b> , falls die Regelgröße von einer anderen Task gelesen werden soll.
44	2	Word	<p><b>Quelle der Regelgröße.</b></p> <p>0 = Es werden 4 Byte (vorzeichenbehafteter 32-Bit Integer Wert) einer Task (Parameter 42) ab der angegebenen Parameternummer (Parameter 46) ausgelesen.</p> <p>1 = Es wird eine Funktion (Parameter 46) einer Task aufgerufen, wobei 4 Byte (vorzeichenbehafteter 32-Bit Integer Wert) von der Funktion zurückgeliefert werden müssen.</p> <p>2 = Analoger Eingang der Multi-LAB/2 Karte.</p> <p>3 = Timer-B der Multi-LAB/2 Karte.</p>
46	0	Word	<p><b>Kanal/Parameternummer/Funktionsnummer</b></p> <p>Analoger Eingang:  0 bis 15: Massebezogene Eingänge AIN-0 bis AIN-15.  16 bis 24: Differenz-Eingänge AIN-0 bis AIN-7.</p> <p>Meßkanal für Timer-B:  0 bis 7: IP-8 bis IP-15</p> <p>Parameter einer Task:  Wird der Parameter einer Task als Regelgröße verwendet, so muß hier die Parameternummer (Low-Byte) stehen.</p> <p>Funktion einer Task:  Soll die Regelgröße über einen Funktionsaufruf ermittelt werden, so ist hier die Funktionsnummer anzugeben..</p>

Nr.	Init	Typ	Funktion
48	0	DInt	<p><b>Konfiguration der Eingangseinheit</b></p> <p>Meßbereich des analogen Eingangs:</p> <p>0 = +/- 10 Volt, 1 = +/- 5 Volt, 2 = +/- 2,5 Volt, 3 = +/- 1,25 Volt, 4 = +/- 0,625 Volt, 5 = +/- 0,3125 Volt, 6 = 0 - 10 Volt, 7 = 0 - 5 Volt, 8 = 0 - 2,5 Volt, 9 = 0 - 1,25 Volt, 10 = 0 - 0,625 Volt, 11 = -10 - 0 Volt, 12 = -5 - 0 Volt, 13 = -2,5 - 0 Volt, 14 = -1,25 - 0 Volt, 15 = -0,625 - 0 Volt</p> <p>Betriebsart des Timers:</p> <p>1 = Frequenzmessung mit Referenzzeit von Timer-A. Die beiden oberen Bytes dieses Parameters enthalten das Datenwort für Timer-A (Referenzzeit in Vielfachen von 2µs), z.B.: 07D00001h = Frequenzmessung mit Timer-A, Referenzzeit = 4 ms.</p> <p>2 = Pulsbreitenmessung</p> <p>3 = Periodendauermessung</p> <p>17 = Frequenzmessung mit Referenzzeit von IP-2</p> <p>Andere als die angegebenen Werte sind nicht zulässig!</p>
52	0	Word	<p><b>Nummer der Task</b>, falls die Stellgröße über eine andere Task ausgegeben werden sollen.</p>
54	4	Word	<p><b>Ziel für Stellgröße.</b></p> <p>0 = Es werden 4 Byte (vorzeichenbehafteter 32-Bit Integer Wert) ab der angegebenen Parameternummer (Parameter 56) in den Parameterbereich der angegebenen Task (Parameter 52) geschrieben.</p> <p>1 = Es wird eine Funktion (Parameter 56) einer Task aufgerufen, wobei 4 Byte (vorzeichenbehafteter 32-Bit Integer Wert) an die Funktion übergeben werden.</p> <p>4 = Analoger Ausgang der Multi-LAB/2 Karte.</p>
56	0	Word	<p><b>Kanal/Parameter/Funktionsnummer</b></p> <p>Analoger Ausgang:</p> <p>0 = AOUT-0</p> <p>1 = AOUT-1</p> <p>Parameter einer Task:</p> <p>Wird der Parameter einer Task als Stellgröße verwendet, so muß hier die Parameternummer (Low-Byte) stehen.</p> <p>Funktion einer Task:</p> <p>Soll die Stellgröße über einen Funktionsaufruf ausgegeben werden, so ist hier die Funktionsnummer anzugeben.</p>

Nr.	Init	Typ	Funktion
58	3	DInt	<b>Konfiguration der Ausgangseinheit:</b>  Falls ein analoger Ausgang zur Ausgabe der Stellgröße verwendet wird, muß hier der Ausgangsbereich eingestellt werden:  0 = 0 bis 5 Volt

## 6. Prozeduren

Dem Anwender stehen neben den Parametern auch Prozeduren zur Steuerung des PID-Reglers zur Verfügung.

Prozedur 2 initialisiert und startet den Regler unter Verwendung der eingestellten Parameter. Der ordnungsgemäße Start kann durch Lesen des Parameters 0 (Status) überprüft werden. Falls das Programm als II-Task unter einem Timer installiert wurde, so wird der Regler mit Aufruf der Prozedur 2 gestartet und dann der angewählte Eingang des Regler mit der eingestellten Abtastrate abgetastet.

Wurde das Programm als II-Task unter einem externen Interrupt installiert, so wird der entsprechende Interrupt demaskiert.

Prozedur 3 stoppt einen mit Prozedur 2 gestarteten Regler. Der Parameter 0 (Status) wird nach der ordnungsgemäßen Ausführung auf „Programm angehalten“ eingestellt.

Prozedur 4 initialisiert den Regler unter Verwendung der eingestellten Parameter. Der Regler wird jedoch nicht gestartet. Ein Aufruf der Prozedur 5 läßt den Regler einen einzelnen Regelungszyklus durchführen. So lassen sich zum Beispiel Simulationen schrittweise relativ einfach durchführen.

---

Prozedur Nr.	Beschreibung
2	Initialisiert und startet den Regler mit den eingestellten Parametern.
3	Stoppt den Regler.
4	Initialisiert den Regler mit den eingestellten Parametern. Der Regler wird jedoch nicht gestartet. Durch Aufruf der Prozedur 5 läßt sich ein einzelner Regelungszyklus durchführen.
5	Der Regler führt einen einzelnen Regelungszyklus durch. Siehe auch Prozedur 4.

---

## 7. Inbetriebnahme des Reglers, Beispiele

Im folgenden zeigen wir Ihnen prinzipiell die Inbetriebnahme des Reglers. Natürlich können wir nicht alle Konfigurationsmöglichkeiten berücksichtigen, so daß Sie gegebenenfalls Änderungen an den Beispielen vornehmen müssen, um Ihr spezielles Regelungsproblem zu lösen.

### 7.1. Beispiel 1

Die Regelgröße soll über einen analogen Differenz-Eingang im Meßbereich  $\pm 5$  Volt eingelesen werden. Der Eingangsbereich soll nicht begrenzt werden. Es soll Kanal AIN-0 verwendet werden.

Die Stellgröße soll über einen analogen Ausgang im Bereich  $\pm 5$  Volt ausgegeben werden. Der Ausgabebereich und die maximale Sprunghöhe der Stellgröße sollen nicht begrenzt werden. Es soll Kanal AOUT-0 verwendet werden.

Der Regler soll mit einer Abtastrate von 1 Hz arbeiten.

Reglerkoeffizienten:  $T_i = 40s$ ,  $T_d = 2,5s$ ,  $K = 2$

Der Regler soll mit einer definierten Stellgröße von 0 Volt anfangen und den Ausgang nach dem Anhalten des Reglers auf 2,5 Volt einstellen.

Schritt 1: Laden und Installieren des Regler-Programms M2P0325.EXE (mittels MLC und der mitgelieferten Installationsdatei oder mit ML2BIB).

Schritt 2: Einstellen der Abtastrate (in Vielfachen von  $10\mu s$ ):  $1 \text{ Hz} = 1000000\mu s = 100000 * 10\mu s$

Parameter 2 = 100000

Schritt 3: Einstellen der Reglerkoeffizienten. Aufgrund der angegebenen Formeln ergeben sich folgende Koeffizienten:

Parameter 6 = 7168 (=  $Q_0$ )

Parameter 10 = -12236 (=  $Q_1$ )

Parameter 14 = 5120 (=  $Q_2$ )

Schritt 4: Setzen der gewünschten Führungsgröße in Parameter 18.

Schritt 5: Die Grenzen für Ein- und Ausgangswerte bzw. für die maximale Sprunghöhe der Stellgröße sind defaultmäßig so parametrisiert, daß sie keinen Einfluß haben, so daß dafür keine Einstellungen notwendig sind.

Schritt 6: Einstellungen für die Eingangseinheit:

Parameter 44 = 2 (= Analoger Eingang)

Parameter 46 = 16 (= Differenzeingang AIN-0)

Parameter 48 = 1 (= Eingangsbereich  $\pm 5$  Volt)

Schritt 7: Einstellungen für die Ausgangseinheit:

Parameter 54 = 4 (= Analoger Ausgang)

Parameter 56 = 0 (= Ausgangskanal AOUT-0)

Parameter 58 = 2 (= Ausgangsbereich  $\pm 5$  Volt)

Schritt 8: Anfangswert des Reglers auf 0 Volt einstellen. 0 Volt entspricht 2047.

Parameter 62 = 0

Schritt 9: Definierte Stellgröße nach dem Anhalten des Reglers einstellen. 2,5 Volt entspricht 1024:

Parameter 66 = 1

Parameter 68 = 1024

Schritt 10: Starten des Reglers durch Aufruf der Prozedur 2.

## 7.2. Beispiel 2

Im zweiten Beispiel soll die Regelgröße aus einem selbstgeschriebenen Echtzeitprogramm, das zusätzlich zu dem Reglerprogramm auf der Multi-LAB/2 Karte installiert wurde, gelesen werden. Das Programm wurde unter der Tasknummer 150 installiert. Die zu verwendenden Daten stehen im 4-Byte Integerformat ab Parameter 10 dieses Programms zur Verfügung.

Die Stellgröße soll wiederum über einen analogen Ausgang im Bereich  $\pm 5$  Volt ausgegeben werden. Der Ausgabebereich soll zwischen -4,5 Volt und +3 Volt begrenzt werden. Es soll Kanal 0 verwendet werden.

Der Regler soll mit einer Abtastrate von 1 Hz arbeiten.

Reglerkoeffizienten:  $T_i = 40s$ ,  $T_d = 2,5s$ ,  $K = 2$

Schritt 1: Laden und Installieren des Regler-Programms M2P0325.EXE (mittels MLC und der mitgelieferten Installationsdatei oder ML2BIB).

Schritt 2: Einstellen der Abtastrate (in Vielfachen von  $10\mu s$ ):  $1 \text{ Hz} = 1000000\mu s = 100000 * 10\mu s$

Parameter 2 = 100000

Schritt 3: Einstellen der Reglerkoeffizienten. Aufgrund der angegebenen Formeln ergeben sich folgende Koeffizienten:

Parameter 6 = 7168 (=  $Q_0$ )

Parameter 10 = -12236 (=  $Q_1$ )

Parameter 14 = 5120 (=  $Q_2$ )

Schritt 4: Setzen der gewünschten Führungsgröße in Parameter 18.

Schritt 5: Grenzen der Stellgröße einstellen.

-4,5 Volt = -1843

+3 Volt = 1228

Parameter 30 = -1843

Parameter 34 = 1228

Schritt 6: Einstellungen für die Eingangseinheit:

Parameter 42 = 150 (= Tasknummer)

Parameter 44 = 0 (= Eingangseinheit (Parameter einer Task))

Parameter 46 = 10 (= Parameter 10)

- Schritt 7: Einstellungen für die Ausgangseinheit:  
Parameter 54 = 4 (= Analoger Ausgang)  
Parameter 56 = 0 (= Kanal AOUT-0)  
Parameter 58 = 2 (= Ausgangsbereich  $\pm 5$  Volt)
- Schritt 8: Starten des Reglers durch Aufruf der Prozedur 2.