

# Inhalt der ‚Simulierten Regelungstechnik‘ Teil1/2

<b>1</b>	<b>STEUERUNG UND REGELUNG .....</b>
1.1	Regelungstechnische Grundlagen .....
1.2	Strukturen .....
1.3	Der Regelkreis .....
1.4	Messwandler.....
1.5	Simulation wichtiger Funktionen .....
1.6	Strukturbildung mit Rekursion .....
<b>2</b>	<b>REGELUNGS-VERFAHREN .....</b>
2.1	Regler-Auswahl .....
2.2	Elektronische Regler mit Operations-Verstärkern.....
2.3	Das Stabilitäts-Problem und die optimale Dynamik.....
2.4	Regler-Optimierung.....
2.5	Regelungen mit Störgrößen-Aufschaltung.....
2.6	Kaskaden-Regelung.....
2.7	Verhältnis-Regelung.....
<b>3</b>	<b>NICHT-STETIGE (SCHALTENDE) REGELUNGEN .....</b>
3.1	Die Zweipunkt-Regelung .....
3.1.1	Eine thermische Zweipunkt-Regelung .....
3.1.2	Zweipunkt-Regelung mit Rückführung .....
3.2	Die Dreipunkt-Regelung .....
3.2.1	Dreipunkt-Positions-Regelung.....
<b>4</b>	<b>STATISCHE SYSTEM-ANALYSE .....</b>
4.1	Zwei- und Vierpole .....
4.1.1	Konstanten-Bestimmung.....
4.1.2	Leistungs-Berechnungen .....
4.1.3	Linearisierung.....
4.2	E-Motor und -Generator als Vierpole.....
4.2.1	Der Wirkungsgrad eines Motors .....
4.2.2	Die Glättungs-Zeitkonstante .....
4.3	Berechnung einfacher Regelkreise .....
4.3.1	Die statischen Regelkreis-Parameter.....
4.4	Symbolische Signal-Berechnungen.....
4.4.1	Serien- und Parallel-Schaltungen .....
4.4.2	Mit- und Gegenkopplungen.....
4.4.3	Verlegen von Verzweigungs- und Summierstellen (Entflechtung).....
<b>5</b>	<b>DYNAMISCHE SYSTEM-ANALYSE .....</b>
5.1	Dynamische Grundlagen .....
5.1.1	Die Test-Signale Rechteck, Dreieck und Sinus .....
5.1.2	System-Analyse im Zeit-Bereich .....
5.1.3	Systeme mit Totzeit.....
5.1.4	System-Analyse im Frequenz-Bereich.....
5.1.5	Berechnung komplexer Frequenzgänge .....
5.1.6	Graphische Berechnungen im Bode-Diagramm .....
5.1.7	Simulation von Systemen 1.Ordnung .....
5.1.8	Stabilität im Regelkreis.....

5.2	Verzögerungen 2.Ordnung (P-T2-Glieder).....	
5.2.1	Frequenzgang und Sprungantwort eines Systems 2.Ordnung .....	
5.2.2	Der komplexe Frequenzgang eines elektrischen P-T2-Systems .....	
5.2.3	Der Frequenzgang eines mechanischen Systems 2.Ordnung .....	
5.2.4	Auswertung von Sprungantworten und Amplitudengängen.....	
5.2.5	Die Daten schwach gedämpfter Systeme 2.Ordnung ( $d < 1$ ).....	
5.2.6	Die Zeitkonstanten stark gedämpfter Systeme 2.Ordnung ( $d > 1$ ).....	
5.2.7	Das Wendetangenten-Verfahren .....	
5.2.8	Die System-Parameter aus Sprungantworten und Amplitudengängen .....	
<b>6</b>	<b>REGELSTRECKEN-SIMULATION .....</b>	
6.1	Thermische Regelstecken .....	
6.2	Mechanische Regelstrecken .....	
6.2.1	Der Servo-Antrieb .....	
6.2.2	Federnde Regelstrecken .....	
6.3	Hydro-pneumatische Steuerungen.....	
6.3.1	Die hydro-pneumatischen Berechnungs-Grundlagen.....	
6.3.2	Tanks und Gas-Behälter .....	
6.3.3	Hydraulik-Pumpen.....	
6.3.4	Hydraulik-Zylinder .....	
6.4	Ventil-Simulation.....	
6.4.1	Das Proportional-Ventil.....	
6.4.2	Das System ‚Düse-Prallplatte‘ .....	
6.5	Elektronische Regelstrecken.....	
6.5.1	Transistoren als elektronische Schalter .....	
6.5.2	Gleichstrom-Steuerung.....	
6.5.3	Wechselstrom-Steuerung .....	
6.6	Drehzahl-Steuerung von Gleichstrom-Motoren .....	
6.6.1	Permanent erregte Gleichstrom-Maschinen .....	
6.6.2	Drehzahl-Messung mit Tacho-Generatoren .....	
6.6.3	Motor und Generator als Vierpole .....	
6.6.4	Haftreibung bei Motoren.....	
6.6.5	Drehzahl-Steuerung eines Servo-Motors.....	

## Inhalt der ‚Simulierten Regelungstechnik‘ Teil2/2

<b>7</b>	<b>PROPORTIONAL (P)-REGELUNGEN .....</b>	
7.1	Aufbau und Funktion einer Proportional (P)-Regelung .....	
7.1.1	Entwurf und Optimierung eines P-Reglers .....	
7.1.2	P-Regler nach dem Wendetangenten-Verfahren .....	
7.1.3	Die Daten einer P-Regelung.....	
7.1.4	Die P-Regelung bei Führung und Störung.....	
7.1.5	P-Regelung einer Strecke mit Totzeit.....	
7.2	Drehzahl-Regelung eines Gleichstrom-Motors.....	
7.2.1	Stationäre Berechnung einer Drehzahl-Regelung .....	
7.2.2	Motor mit Haftreibung - nur P-geregelt.....	
7.3	Simulation hydro-pneumatischer Kreise .....	
7.3.1	Ein geregelter Heizkörper .....	
7.3.2	Der Volumen-Verstärker (Druckfolger).....	
7.4	Die Dampfmaschine .....	
7.4.1	Aufbau und Funktion einer Dampfmaschine .....	
7.4.2	Die thermische Leistung des Dampfes.....	
7.4.3	Der Verbrauch von Kohle und Wasser .....	
7.4.4	Der Wirkungsgrad einer Dampfmaschine .....	
7.4.5	Das Fliehkraft-Pendel .....	

7.4.6	Die gesteuerte Dampfmaschine .....	
7.4.6.1	Die Druck-gesteuerte Dampfmaschine .....	
7.4.6.2	Die Ventil-gesteuerte Dampfmaschine .....	
7.4.7	Die Drehzahl-geregelte Dampfmaschine .....	
7.4.7.1	Drehzahl-Regler mit Fliehkraft-Pendel .....	
7.4.7.2	Inbetriebnahme einer geregelten Dampfmaschine .....	
<b>8</b>	<b>REGELUNGEN MIT DYNAMISCHEN REGLERN (PID) .....</b>	
8.1	Der PID-Regler .....	
8.1.1	Ein elektronischer PID-Regler .....	
8.1.2	Entwurfs-Verfahren für PID-Regler .....	
8.1.3	PID-Regler nach Ziegler und Nichols (USA, 1942) .....	
8.1.4	Regler-Entwurf nach H.W. Bode (USA 1930) .....	
8.2	Integral (I)-Regelungen .....	
8.2.1	Das Servo-Ventil .....	
8.2.2	Funktions-Invertierung mit I-Regler .....	
8.3	PI-Regelungen .....	
8.3.1	PI-Regler für stark gedämpfte Regelstrecken .....	
8.3.2	PI-Regler nach dem Wendetangenten-Verfahren .....	
8.3.3	Motor mit Haftreibung - PI-geregelt .....	
8.4	PD-Regelungen .....	
8.4.1	PD-Regler für stark gedämpfte Regelstrecken ( $d > 1$ ) .....	
8.4.3	PD-Regler nach dem Wendetangenten-Verfahren .....	
8.4.4	PD-Regler für schwach gedämpfte Regelstrecken ( $d < 1$ ) .....	
8.4.5	PD-Regelung einer federnden Last (Kran-Regelung) .....	
8.5	PID-Regelungen Fehler! Textmarke nicht definiert. ....	
8.5.1	PID-Regler für stark gedämpfte Regelstrecken .....	
8.5.2	PID-Regler nach dem Wendetangenten-Verfahren .....	
8.5.3	Kritik an den Einstell-Regeln von Ziegler/Nichols .....	
8.5.4	PID-Regler für schwach gedämpfte Regelstrecken .....	
<b>9</b>	<b>REGELUNGSTECHNISCHE ANWENDUNGEN .....</b>	
9.1	Ausregelung von Störspektren .....	
9.1.1	Spektrum und Effektivwert .....	
9.1.2	Rauschunterdrückung durch I-Regelung .....	
9.1.3	Rauschbefreiung durch Modulation .....	
9.2	Der Phasen-Regelkreis (Phase-Locked-Loop PLL) .....	
9.2.1	Frequenz-Teiler .....	
9.2.2	Der Spannungs-gesteuerte Oszillator (VCO) .....	
9.2.3	Der VCO als Phasen-Regelkreis .....	
9.2.4	Phasen-Messung .....	
9.2.5	Frequenz-Regelung mit PLL .....	
	WIE GEHT ES WEITER? .....	