

Praktische PID-Optimierung

Nach einem neuen Verfahren werden PID-Parameter per Laptop berechnet und gemäß dem gewählten Einschwingverhalten auf Knopfdruck an den Regler übertragen und dort sofort wirksam. Einschwingverhalten und Reglerstruktur (PI, PID) können nachträglich auch geändert werden.



Um sinnvolle Einstellregeln für PID-Regler bemühen sich Generationen. Gesucht sind Regeln, die an allen praktischen Regelstrecken einfach, sicher und zuverlässig ein vorhergesagtes, determiniertes Regelergebnis bewirken. Mit dem bekannten „Schwingversuch“ von Ziegler & Nichols und den daraus gewonnenen Streckenparametern X_p^{krit} (kritischer Proportionalbereich bzw. kritische Verstärkung K_p) und T^{krit} (Periodendauer) entwickelten sie die für Praktiker vor Ort unschätzbar wertvollen, leicht zu handhabenden linearen Bestimmungsgleichungen, welche die Grundlage aller modernen PID-Einstellregeln sind, wenn auch in modifizierter Form.

Regeln mit Einschränkungen

Nicht jeder Prozess kann bzw. darf zum Schwingen angeregt werden, was Chien, Hrones & Reswick später ermutigte (und viele andere nach ihnen: Oppelt, Samal, Schäfer, Leonard, ...), basierend auf der leichter durchzuführenden Sprungantwort die Ergebnisse von Ziegler & Nichols zu erweitern und zudem noch nach Führungs- und Störverhalten zu unterscheiden, mit der Vorgabe des gewünschten Einschwingverhaltens (ape-

riodischer Übergang oder einmaliges Überschwingen).

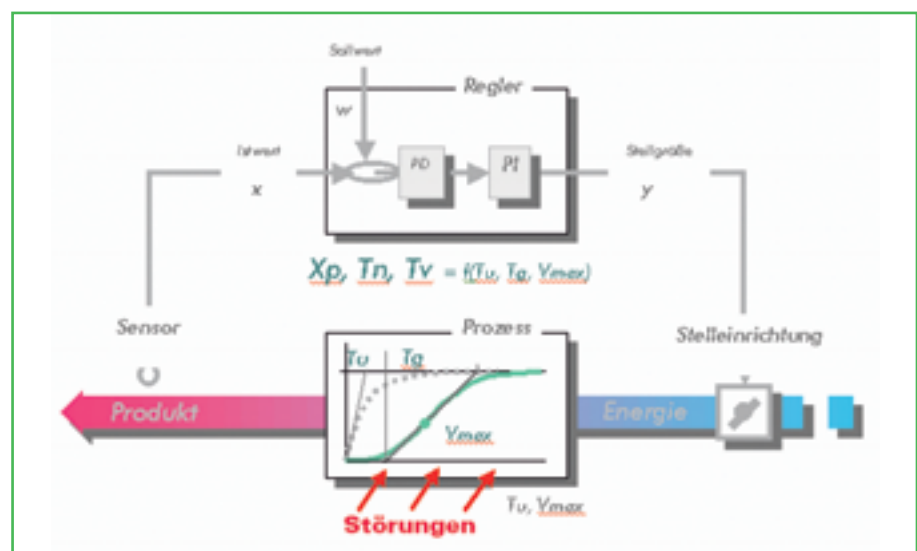
Wenngleich Chien, Hrones & Reswick eine Verbesserung brachten, liefern beide Verfahren jedoch nur ausreichend gute bis optimale Ergebnisse für eine eingeschränkte Prozessklasse, bis etwa zweiter bis dritter Ordnung. Mit zunehmender Trägheit und Totzeit (Verzugszeit) der Prozesse führen die genannten Entwurfsverfahren nur noch in die Nähe eines möglichen Optimums, wobei sich der Abstand rapide mit ungünstiger werdender Prozessdynamik vergrößert (siehe nebenstehende Grafik).

Die Folge ist, dass nach wie vor empirisches, langwieriges Nachoptimieren durch erfahrene Prozesstechniker erforderlich ist. Diese Erkenntnis hat die Hersteller von Reglern veranlasst, durch Modifikation eigene Regeln zu entwerfen, die auf die beabsichtigten Haupteinsatzgebiete zugeschnitten sind und bessere Ergebnisse erzielen (z. B. PMA; Kunststoffverarbeitende Industrie, Thermoprosesse). Damit

werden etwa 80 % aller Regelkreise hinreichend oder zufriedenstellend geregelt, auch wenn nicht immer ein Optimum erreicht wird.

Allgemeingültige, universell auf (fast) alle Prozesse gleich welcher Ordnung (Energie-/ Massenspeicher), gleich welchen Typs (mit/ohne Ausgleich) für gleich welche Reglerart (Stellverhalten: stetig, Zweipunkt, Motorschritt, ...) anwendbare PID-Entwurfsverfahren (Einstellregeln) gab es bislang nicht. Die Gültigkeit von bisher bekannten Ziegler & Nichols-Regeln und aller Derivate ist also nur eingeschränkt gegeben.

Andere Techniken wie modellbasierte, prädiktive Prozessregler MBPR (oder Fuzzy, Neuro-Fuzzy, Dead Beat) haben sich – abgesehen von einigen Prozessleitsystemen –



Der Autor

Klaus Vogelei ist Mitarbeiter der PMA Prozess- und Maschinen-Automation GmbH, Kassel.

noch nicht durchgesetzt. Auch lassen sie es an Robustheit (Phasenreserve) fehlen. Bereits geringfügige Änderungen der Prozessdynamik führen zu Instabilität, was eine permanente Modelladaptation bedingt. Zudem werden neue Algorithmen mit neuen Parametern vor Ort nicht verstanden, was Inbetriebnehmern noch mehr Stress verschafft als ohnehin mit den allseits bekannten, robusten PID-Reglern bereits zu bewältigen ist. Und so sind bis heute Praktiker vor Ort auf den guten alten PID-Regler als Standard und ihre eigene Erfahrung angewiesen, wenn es gilt, unter erheblichem Zeit- und Kostendruck einen Regelkreis zu optimieren.

Smartes Tool für PID-Regler

Mit PMATune wird dem Praktiker nun ein Werkzeug an die Hand gegeben, mit dem jeglicher Druck aus der Inbetriebnahme genommen wird. Zuverlässig werden mit nur einem Impulsversuch optimale PID-Parameter ermittelt, unabhängig von den Streckenverhältnissen. Die bisher allgemein angenommene Einsatzgrenze $T_g/T_u > 3$ wird dabei ad absurdum geführt. Totzeitdominante Strecken sind kein Problem mehr. Wochenlange Optimierungsversuche gehören der Vergangenheit an und verkürzen sich auf wenige Stunden.

PMATune ist PC-gestützt und liefert an jeder Strecke für jede Reglerart optimale Ergebnisse. Die Robustheit des PID-Entwurfs (Phasenreserve) toleriert auch Änderungen der Prozessdynamik ohne das Risiko vorübergehender Instabilität.

Bereits kleinste Prozessanregungen (D_y) bei minimaler Auslenkung der Regelgröße genügen für den Versuch. Überlagerte Störsignale werden gefiltert und Driften der Regelgröße berücksichtigt.

Damit ist PMATune ein leicht verständliches und bedienbares Werkzeug für Jedermann auch ohne fundierte regeltechnische Kenntnisse. Einfach den Laptop über die Frontschnittstelle mit dem PMA-Regler verbinden, für stabile Verhältnisse sorgen (Handbetrieb), das gewünschte Einschwingverhalten wählen (aperiodisch, Überschwingen $<10\%$ bzw. $<25\%$) und starten.

Vom Experiment zur exakten Mathematik

Die berechneten PID-Parameter werden auf Knopfdruck an den Regler übertragen und sofort wirksam. Das Gütekriterium „Einschwingverhalten“ (langsam, mittel, schnell) wird garantiert. Einschwingverhalten und Reglerstruktur (PI, PID) können auch noch nachträglich geändert werden. Eine Neuberechnung der Parameter wird ohne Versuchswiederholung automatisch durchgeführt.

Umfangreiche Praxistests an realen Anlagen haben die Eignung von PMATune inzwischen unter Beweis gestellt.

KENNZIFFER 026

PMA Prozess- und Maschinen-Automation GmbH

www.pma-online.de