

## Was tut die Servosteuerung und was machen dabei die Parameter ?

Als erstes ist der Begriff 'Steuerung' zwar gebräuchlich aber eigentlich falsch. In Wirklichkeit ist es eine Regelung, bei der auf gemessene Veränderungen reagiert wird. Genauer gesagt ein so genannter Lagereg elkreis. Eine Steuerung ist schon auch dabei, aber erst ganz am Ende, wo der Strom für den Motor eingestellt wird. Im Grundsatz kann man dabei sagen, daß bei ausgeregelter Lage die Steuerung nichts zu tun hat. Da sind alle Parameter zur Gänze egal und es fließt kein Strom weil auch kein Drehmoment gebraucht wird.

Spannend wird es, wenn eine Abweichung der Ist- von der Sollposition entsteht, was durch Positionierschritte passieren kann, aber auch durch mechanische Auslenkung wie z.B. Verdrehen der Welle. Dann kommt es darauf an, die richtige Position so schnell wie möglich und so präzise wie möglich zu erreichen. Die Steuerung tut dies durch den 'richtigen' Strom, der über die PWM (Pulsbreitenmodulation) an dem Motor abgegeben wird. Die Stromrichtung bestimmt natürlich die Drehrichtung des Motors, die Stromstärke das Drehmoment.

### Nur wie kommt die Steuerung auf den richtigen Strom ?

Dazu ein paar Annahmen und Behauptungen:

- Je größer der Abstand der Sollposition zu Istposition ist, desto mehr Drehmoment soll te man einsetzen, um schnell zu beschleunigen und eine hohe Geschwindigkeit zu erzielen und schnell ans Ziel zu kommen
- Je größer der Abstand, desto mehr Strom sollte man also geben um das Drehmoment zu bekommen
- Je näher man am Ziel ist, desto weniger Strom sollte man geben, damit man nicht über das Ziel hinausfährt.

Damit kommt man zur Proportionalkonstante: Mit ihr wird der ermittelte Abstand multipliziert um auf einen auszugebenden Strom zu kommen, der dann proportional zum Abstand ist.

Je größer der P-Wert, desto mehr Strom wird bei gleicher Auslenkung auf den Motor gegeben. Dies macht die Reaktion auf eine Abweichung schärfer.

Im Prinzip wäre das schon eine funktionierende Regelung und trägt den Namen P -Regler.

### Warum lassen wir es nicht dabei ?

Das Problem bei der Sache ist, daß der Strom bei ganz kleinem Abstand auch ganz klein wird. So klein, daß der Motor nicht zu Drehen beginnt. Ein P-Regler kann eine Position deshalb nie ganz genau erreichen.

Hier braucht es einen weiteren Mechanismus:

- Bei kleinen Abständen muss man den vom P-Regler ermittelten Strom mit der Zeit erhöhen, bis der Motor ausreichend Drehmoment hat um anzulaufen.

Das macht dann der I-Regler. Er multipliziert die verbleibende Abweichung mit dem I-Parameter und addiert das so lange immer wieder auf den vom P-Regler kommenden Wert für den Strom der Endstufe, bis sich der Motor bewegt. Wenn dabei das Ziel überschritten wird und sich die Drehrichtung umkehrt, beginnt das Aufaddieren von der anderen Seite von vorne.

### War's das nun ?

Nicht ganz. Der entstandene PI -Regler tut zwar in etwa das was man möchte, hat aber das Problem, daß er gerne zu schwingen beginnt, wenn man die P- und I-Parameter größer macht um eine größere Dynamik zu erzielen. Gerade beim I-Regler kann man sich das ja gut vorstellen, wenn z.B. der Support etwas klemmt und immer einen kleinen Ruck über das Ziel hinaus macht.

Es braucht also so etwas wie eine Dämpfung, die klassisch der Differenzial-Regler übernimmt.

- Wenn der Motor eine schnelle Bewegung macht, zieht man von dem vom PI-Regler kommenden Wert etwas ab. Das ist dann die so genannte Gegenkopplung.

Der D-Regler multipliziert also die Geschwindigkeit mit dem D-Parameter und zieht das vom Wert des PI-Reglers ab. Das verhindert ein Überschwingen, weil ja gegen Erreichen der Zielposition der Bewegung entgegengesteuert wird. Es hat aber einen Nachteil: Es wird abhängig von Geschwindigkeit immer etwas

abgezogen, das eigentlich gebraucht würde um auch in schneller Bewegung exakt die geforderten Positionen zu erreichen. Der Schleppfehler steigt dabei mit der Geschwindigkeit der Bewegung.

#### **Also taugt der PID-Regler nichts ?**

So sollte man das nicht sehen. Bei begrenzten Geschwindigkeiten ist der PID -Regler durchaus in der Lage, performant und mit geringem Fehler zu arbeiten und statische Positionen sind immer bestmöglich ausgeregelt.

#### **Was geht noch ?**

Der UHU verwendet einen Trick um das Positionierproblem zu vermeiden. Der B-Parameter macht im Prinzip das gleiche wie der D-Parameter, nur daß er nicht mit der Geschwindigkeit sondern mit der Beschleunigung gegenkoppelt. Das verhindert Schwingungen auch, weil diese ja durch hohe Beschleunigungen gekennzeichnet sind. Die Wirkung ist aber nur auf Beschleunigungsphasen beschränkt, so daß eine gleichförmige Bewegung keinen Schleppfehler erfährt.

#### **Und was bedeutet das alles für die Einstellung der Parameter ?**

Zunächst, daß man versuchen sollte, einen hohen P - und I-Wert einzustellen, da diese eine schnelle Positionierung gewährleisten.

Bei ausreichend leistungsfähigen Systemen wird man aber feststellen, daß damit eine Tendenz zur Instabilität verbunden ist und das System zu schwingen beginnt. Dies kann man dann bevorzugt durch Erhöhen des B - Parameters, manchmal jedoch nur durch Erhöhen des D -Parameters erreichen.

Auf den ersten Blick könnte man meinen, daß D und B einfach die Wirkung von P und I aufhebt. Dies ist jedoch so nicht der Fall. Tatsächlich kann es sogar mehrere unterschiedliche Einstellungen der Parameter geben, die alle befriedigende Resultate liefern. Am besten kann man das mit dem Analyzer beobachten, wenn man mit den Werten etwas experimentiert.

UHU  
12.12.05