

Digitaltechnik 4. Teil

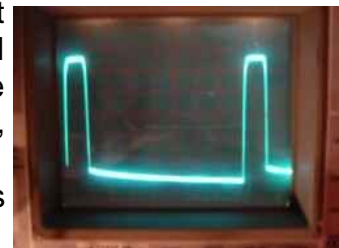
Diese Folge der Digitaltechnik-Serie widmet sich den P und I Parametern, somit der Regelung der Motoren. Ästeten werden das besser mit Fahreigenschaften beschreiben. Dieses Thema hat eigentlich ganz und gar nichts zwingend mit Digitaltechnik zu tun, wurde aber erst durch den Einsatz von Decodern den meisten Modellbahnern bekannt.

Elektrische Modellbahnen werden traditionell mit Gleichspannungsmotoren betrieben. Der Ausnahmefall Märklin mit Allstrommotoren hat geschichtliche Gründe, die seit den 1950er Jahren, mit dem Aufkommen von guten Halbleiter-Gleichrichtern, obsolet sind. Die Motore mit Permanentmagneten arbeiten als Generator, wenn der Motor in Bewegung ist, aber keine Energie zugeführt wird. Die Spannung, sie wird auch EMK (Elektromotorische Kraft) genannt, des als Generator arbeitenden Motors ist ausschließlich abhängig von der Drehzahl des Motors. Die Gleisspannung ist da völlig belanglos. Man hat damit einen Zugang zu einer elektrischen Größe, die ausschließlich proportional zur Drehzahl ist.

Diesen Umstand haben sich schon sehr früh Elektroniker zu Nutze gemacht, um die Drehzahl eines Motors festzustellen. Wenn sich die Drehzahl des Motors durch Belastungsänderung verstellt kann man korrigierend eingreifen. Erste Elektronikfahrpulte, oder Bohrmaschinendrehzahlstabilisierungen gab es bereits um 1960. Die Kunst beim Regeln ist jetzt die Drehzahlstabilisierung möglichst schnell aber ohne Fehler durchzuführen. Gute Decoder messen und korrigieren die Drehzahl eines Motors einige Hundert male pro Sekunde.

Motore werden von Decodern mittels Impulsen angesteuert. Damit liegt immer die Volle Spannung am Motor. Das sorgt für hohes Drehmoment auch bei niedriger Drehzahl. Das Drehmoment ist nur vom Strom abhängig - hohe Spannung -> hoher Strom führt zu viel Kraft. Das nutzt man für extrem sanftes Anfahren, das mit einem Analogtrafo technisch nicht erreichbar ist. Die Drehzahl hängt von der zugeführten Gesamtenergie ab. Kurze schmale Impulse, also wenig Zeit -> niedrige Drehzahl. Breite Impulse, kurze Pausen -> hohe Drehzahl.

Bevor ich über die Einstellmöglichkeiten schreibe, ist es notwendig die Theorie bei der Regelung zu besprechen.



Wenn man eine Sollgröße wie die Drehzahl stabil halten will, muss man diese messen, wir nutzen die EMK. Damit lässt sich die Abweichung von der Solldrehzahl feststellen und ein Korrekturfaktor ermitteln. Man betreibt den Motor mit proportional zum festgestellten Fehler veränderter Speisespannung. Wenn dieser Korrekturfaktor zu klein ist, dauert es sehr lange bis durch wiederholtes korrigieren die Solldrehzahl erreicht wird. Ist die Korrektur zu stark, reagiert der Motor zu heftig und wird über das Ziel hinauschießen. Es kommt zu einem Überschwingen.

Für den Modellbahner bedeutet das im ersten Fall, dass die Lok bei Belastung stark in der Geschwindigkeit einbricht und erst nach einigen Sekunden wieder aufholt. Im

Überregelungsfall fängt die Lok an, stark zu ruckeln. Decoder bieten diesen Proportional-Parameter als "P" Wert im CV Set an.

Um das Überschwingen zu vermeiden, kann man den P Wert nicht zu groß machen. Um aber den daraus ergebenden Nachteil des erst langsamen Annäherns zu vermeiden, beziehen Techniker nicht nur den absoluten Abstand von Soll- und Istwert in die Berechnung der Motoransteuerung ein, sondern auch die Veränderung mit der Zeit. Es wird die Veränderung differenziert und in die Berechnung einbezogen. So kann man auf große Regelfehler schnell reagieren ohne das störende Überschwingen zu haben. Üblicherweise geben Decoder keine Möglichkeit den Differenzialfaktor zu beeinflussen.

Bei der Berechnung entstehen immer wieder Fehler. Jene die bemerkt werden können, wie zum Beispiel Rundungsfehler, kann man aufsummieren und auch in die Regelung einbeziehen. Die Stärke dieser Methode wird im I - Integralwert beeinflusst.

Üblicherweise bieten Decoder die P und I Parameter zum Einstellen an. Um das Fahrverhalten zu verbessern, verändert man zunächst P und I Parameter in gleichem Maße in die gleiche Richtung. Hat man hier ein Optimum gefunden, kann man versuchen mit den Parametern einzeln zu "spielen". Man kann dieses Optimieren dann in der selben Art noch mehrfach durchlaufen, indem man nochmals P/I gleichzeitig verändert. In der Praxis macht das aber keinen Sinn, weil das Verhalten einer kalten Lok zu einer 15 Minuten warm gefahrenen oft gänzlich unterschiedlich ist. Ein übertriebenes Optimieren also gar keinen Sinn macht.

Ein weiterer Parameter ist die Regelungsgüte. Diese beschreibt wie lange der Decoder versuchen soll, die Lage zu verbessern, bis er einen kleinen Restfehler unkorrigiert lässt. Dies ist absolut nötig, um 2 Fahrzeuge im Verbund zu fahren. Würden beide Decoder 100%ig ausregeln, würden die beiden Fahrzeuge immer gegeneinander arbeiten, weil es einfach keine 2 völlig identen Motore, Getriebe, Räder, Schienen, Decoder gibt. Durch das Zulassen einer 10%igen Fehlerbandbreite nähern sich die beiden Decoder aneinander an ohne sich gegenseitig "nieder zu machen". Ohne diesen Trick würden neben unausweichlichen Getriebebeschäden auch lange Züge aus Kurven gedrückt oder nach innen gekippt werden. je nachdem ob die schnellere Lok vorne oder hinten am Zug ist.

Der Motor wird wie bereits beschrieben mit Impulsen angesteuert. Die Frequenz dieser Impulse kann man ebenfalls beeinflussen. Das sollte über die genormte CV9 geschehen. Man benutzt üblicherweise bei modernen Decodern Frequenzen über 16kHz. Das führt zu einem gleichmäßigen Lauf der (modernen) Motore. Die Ansteuerung kann man üblicherweise nicht mehr hören, weil 16kHz für den Menschen zu hoch ist. Um Tiere nicht zu belästigen gibt es Decoder, die sogar 40kHz Ansteuerungsfrequenz können.

Die hohen Frequenzen mögen aber nicht alle Motore. Bei hoher Ansteuerungsfrequenz entsteht im Motor ein Wirbelstrom, wenn der Anker nicht aus gutem Material ist. So verliert der Motor massiv an Drehmoment. Es kann durchaus sinnvoll sein die PWM (Ansteuerungsfrequenz) herunter zu nehmen. Der Nachteil man hört die Ansteuerung als Brummen bzw. knurren.

Für Glockenankermotore wie Canon oder Faulhaber hingegen sind die 16kHz das absolute Minimum. Würde man die auch als Käfigläufer bezeichneten Motore mit 100Hz

ansteuern würden die Motore bereits nach einigen Minuten Betrieb Schaden nehmen. Wichtig ist, dass P/I Parameter anders eingestellt werden müssen wenn man die Motor PWM verändert.

Die beschriebenen Parameter existieren bei allen guten Decoder. Manchmal sind P/I in einer Variable zusammengefasst oder es gibt 2 separate Werte dafür. Manche Hersteller bieten auch nur den P Wert zur Einstellung an, hier hat der Anwender natürlich weniger Einflussmöglichkeit. Die jeweiligen CV Adressen sind alle Hersteller spezifisch, daher können hier auch keine Werte angegeben werden. Der p.t. Leser möge sich mit der Hintergrundinfo dieses Artikels selbst eine Meinung bilden.

Sehr oft wird nach Empfehlungen für die Parametrisierung von Fahrzeugen gefragt. Leider sind Hinweise kaum sinnvoll, weil sich sowohl baugleiche Fahrzeuge als auch Decoder massiv unterscheiden. Besonders Anfänger bei der Parametrisierung werden damit mehr verwirrt als angeleitet. Einziger einigermaßen überall geltender Hinweis ist, bei ruckelnden Loks P/I Wert zu verringern. Wenn die Lok zu weich reagiert die beiden Parameter zu erhöhen. Werden H0 Decoder in LGB Fahrzeugen eingesetzt muss man P/I oft auf das Minimum aber nicht auf 0 herunter korrigieren.

Text & Bilder (-AH-)