

Beschreibung

- Vorrichtung zur Drehrichtungserkennung und Plausibilitätsprüfung bei absoluten Winkellagemeßgebern mit insbesondere
5 serieller Übertragung erfaßter Lageistwerte

Bei absoluten Winkellagemeßgebern können Lageistwerte in binärer Form in vorgegebenen Zeitabständen bevorzugt seriell z.B. an eine Steuerung zur Weiterverarbeitung übertragen
10 werden. Da der Vorgang der seriellen Datenübertragung aller Bits eines derartigen, binärcodierten Istwertes aber eine gewisse Dauer beansprucht, kann sich während dessen der reale Istwert in Ausnahmefällen stark verändern.

- 15 Ein erster derartiger Fall ist gegeben, wenn die Welle des absoluten Winkellagemeßgebers z.B. wegen einer an sich unzulässigen Überdrehzahl vorübergehend mit einer hohen Drehzahl rotiert. Dabei kann sich zwischen Beginn und Ende der seriellen, bitweisen Übertragung eines vorher erfaßten Lageistwertes die tatsächliche Lage der Welle um viele Wegeinheiten
20 verändern. Der darauf folgende, seriell übertragene Lageistwert weist dann einen unerwartet sprunghaft veränderten Betrag auf. Ein weiterer derartiger Fall ist gegeben, wenn Fehler bei der seriellen Datenübertragung auftreten. Dabei
25 können z.B. durch elektromagnetische Einstrahlungen verursacht hochwertige Bits der Codierung des Lageistwertes im seriellen Datenstrom verfälscht werden. Auch in diesem Fall können Lageistwerte einen dann fehlerbedingt sprunghaft veränderten Betrag aufweisen. Werden derartige sprunghafte
30 Änderungen eines Winkellageistwertes z.B. einer Steuerung zugeführt, so wird dort sowohl die Erkennung der Drehrichtung der Welle des Winkellagemeßgebers, als auch die Plausibilitätsprüfung der eingehenden Lageistwerte erschwert.
- 35 Im Normalbetrieb kann die Drehrichtung der Welle des Winkellagemeßgebers auf einfache Weise ermittelt werden, indem die

2

Differenz von aufeinander folgenden Istwerten gebildet wird. Ist das Vorzeichen von " aktueller Lageistwert - vorangegangener Lageistwert " positiv, so wird beispielsweise „vorwärts“ gedreht, tritt dabei ein negatives Vorzeichen auf, 5 so wird „rückwärts“ gedreht. Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit dieser Methode ist aber, daß die beiden Istwerte in obiger Differenz immer so eng beieinander liegen, daß eine derartige Paar in jedem Fall entweder „vor“ oder „nach“ dem sogenannten Nullpunkt der Welle des Winkellagegebers liegt. 10 Die Beträge der beiden Istwerte dürfen somit in der Regel nicht stark voneinander abweichen.

Dies bedeutet aber wiederum, daß die Rotationsgeschwindigkeit der Welle des Winkellagemeßgebers und die Schnelligkeit der 15 seriellen Datenübertragung immer so aufeinander abgestimmt sein müssen, daß nicht einer der beiden Werte des Paares „vor“ und der andere Wert „nach“ Überschreitung des Nullpunktes erfaßt wird. In einem solchen Fall würde eine fehlerhafte Drehrichtung bestimmt werden. Ist der alte, „vor“ dem Null- 20 punkt liegende Istwert beispielsweise 3550 (entspricht z.B. einem Lageistwert 355,0 Grad), der neue, „nach“ dem Nullpunkt liegende Istwert 50 (entspricht z.B. einem Lageistwert 50,0 Grad), so ergibt die Differenz " aktueller Lageistwert - vorangegangener Lageistwert " , d.h. im Beispiel 50 - 3550, 25 ein negatives Vorzeichen, obwohl die Welle des Winkellagemeßgebers vorwärts über den Nullpunkt hinweg gedreht wurde. Andererseits dürfen zur Differenzbildung auch nicht durch elektromagnetische Einstrahlungen betragsmäßig stark verfälschte Lageistwerte verwendet werden. Auch in diesem Fall 30 besteht die Gefahr, daß eine fehlerhafte Drehrichtung bestimmt wird.

Unerwartet oder fehlerbedingt stark veränderte Lageistwerte stellen auch dann ein Problem dar, wenn dieses z.B. in einer 35 Steuerung auf sogenannte Plausibilität überprüft werden. Hierzu wird meist angenommen, daß die Änderung von eingehen-

den Lageistwerten in einer annähernd quasikontinuierlichen Weise erfolgt. Dann kann überprüft werden, ob deren Betrag eine vorgegebene, maximal zulässige Änderungsgeschwindigkeit nicht überschreitet. Hiermit können z.B. aufgrund von Fehlern bei der seriellen Datenübertragung verfälschte, unbrauchbare Lageistwerte ausgefiltert werden. Andererseits können derartige große Istwertsprünge unerwartet auch dann auftreten, wenn die Abstimmung zwischen der Geschwindigkeit der seriellen Datenübertragung und der Rotationsgeschwindigkeit der Welle des Winkellagemeßgebers z.B. durch eine vorübergehende an sich unzulässige Überdrehzahl gestört ist. Derartige große, fehlerhafte oder unerwartete Istwertsprünge sind dann verwechselbar mit zulässigen Istwertsprüngen, welche bei der Winkellageerfassung immer auftreten.

Bei der Erfassung der Lage der Welle eines Winkellagegebers ändert sich nämlich der Istwert vom Maximalwert auf den Start- bzw. Nullwert oder umgekehrt im Moment der Überfahung des sogenannten Nullpunktes. Bei einem Geber mit z.B. einer sogenannten 0,1 ° Auflösung einer vollen Umdrehung der überwachten Welle ändert sich die binäre Codierung des Istwertes bei Überfahung des Nullpunktes von einem Maximalwert 3599 (entspricht z.B. einem Lageistwert 359,9 Grad) auf 0 (entspricht z.B. einem Lageistwert von 0 Grad). Derartige Betragssprünge im Lageistwert sind nur im Moment der Nullpunktsüberschreitung zulässig und müssen als solche erkannt werden. Treten aber, wie oben beschrieben, sporadisch unerwartete oder fehlerbedingte große Betragssprünge auf, so wird hierdurch z.B. in einer auswertenden Steuerung sowohl die Erkennung der Drehrichtung der Welle, als auch die Plausibilitätsprüfung eingehender Lageistwerte behindert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Schaltung anzugeben, womit bei einem absoluten Winkellagegeber trotz eines möglichen Auftretens von großen Betragsänderungen bei den erfaßten Winkellageistwerten die Drehrichtung der Welle

des Winkellagegebers korrekt ermittelt und die Plausibilität der Lageistwerte überprüfen werden kann.

Die Aufgabe wird gelöst mit der im Anspruch 1 angegebenen
5 Vorrichtung. Vorteilhafte weitere Ausgestaltungen derselben sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird mit Hilfe der beiliegenden Figur, welche einen Querschnitt durch die Welle eines Winkellagegebers
10 zeigt, weiter erläutert.

Von der erfindungsgemäßen Schaltung wird z.B. bei der Inbetriebsetzung des Winkellagemessgebers zunächst ein erster Wert V ermittelt und in einem Speicher hinterlegt. Dieser entspricht der Anzahl an Winkeleinheiten, die während zwei aufeinander folgender Übertragungen von Lageistwerten über die jeweilige serielle Datenübertragungsstrecke bei Vorliegen der
15 maximal zulässigen Drehzahl der Welle des Winkellagemessgebers zurückgelegt wird. Dieser Wert ist somit ein Maß für die Leistungsfähigkeit der jeweils eingesetzten seriellen Datenübertragungseinrichtung relativ zur größtmöglichen Änderungsgeschwindigkeit der zu erfassenden und zu übertragenden Lageistwerte, und entspricht dem größtmöglichen Winkelabstand zwischen zwei aufeinander folgend erfaßten und übertragenen
20 Lageistwerten. Da im Normalfall die Drehzahl der Welle kleiner als der Maximalwert sein wird, liegen üblicherweise Lageistwerte näher beieinander. Der Wert repräsentiert folglich zum einen die aktuelle Erfassungsgeschwindigkeit aufeinander folgender Lageistwerte, und zum anderen aber auch
25 den dabei möglichen Maximalwert der Stufenhöhe im Betrag der Istwerten.

Von der erfindungsgemäßen Schaltung wird ferner ein zweiter Wert D ermittelt und gegebenenfalls gemeinsam mit dem ersten
35 entspricht der Differenz aus dem maximalen Wegwert MAX des Winkellagemessgebers und dem ersten Wert V, d.h. $D = (MAX - V$

). Wert V ebenfalls im Speicher hinterlegt. Dieser Wert entspricht somit dem Lagewert der Welle des Winkellagegebers, dessen Erfassung und serielle Übertragung z.B. an eine Steuerung bei Vorliegen der maximalen Drehgeschwindigkeit der Welle genau soviel Zeit beanspruchen würde, daß der darauf folgend erfaßte Lageistwert mit dem sogenannten Drehgeberendwert MAX zusammenfällt. Dieser Drehgeberendwert ist der Lageistwert, dem auch abhängig von jeweiligen binären Codierung der maximal vorkommende Betragswert zugeordnet wird. Er liegt in der Regel nur um den der Auflösung des Winkellagegebers entsprechenden Winkelwert vor dem sogenannten Nullpunkt des Gebers.

Bei dem in der Figur gezeichneten Beispiel sei in der gleichen Weise wie bereits oben angenommen, daß der Winkellagegeber Lageänderungen seiner Welle W mit einer Auflösung von $0,1^\circ$ erfassen kann. Diesem kleinsten, meßbaren Winkelbereich wird dann vorteilhaft der kleinste Betragswert $A = 1$ zugeordnet. Bei einer Auflösung von $0,1^\circ$ weist der maximal erfassbare Lageistwert die Größe von $359,9$ Grad. Diesem unmittelbar vor dem Nullpunkt NP der Welle W liegenden Endwert des Winkellagegebers wird dann der maximale Betragswert von $MAX = 3599$ zugeordnet. Ferner sei angenommen, daß sich die Welle W des Winkellagegebers bei Vorliegen der maximal zulässigen Drehzahl zwischen Erfassung und Übertragung von zwei aufeinander folgenden Lageistwerten um einen Winkelbereich von 10° weiter dreht. In diesem Fall ergibt sich für den ersten Wert V ($V = 10^\circ$ dividiert durch $0,1^\circ$) die Größe 100 und für den zweiten Wert $D = MAX$ minus $V = 3599 - 100 = 3499$. In der Figur sind rechts und links des Nullpunktes NP der Welle W die Lageistwerte L1 und L2 dargestellt. Der Lageistwert $L1 = 3499$ liegt dabei um die Größe des ersten Wertes V (100) zuzüglich der Auflösung A (1), d.h. genau um die Größe des zweiten Wertes D „vor“ dem Nullpunkt NP. Der zweite Lageistwert $L2 = 100$ liegt um die Größe des ersten Wertes V (100) „nach“ dem Nullpunkt.

6

- Die erfindungsgemäße Schaltung kann nun über eine Verarbeitungseinheit mit Hilfe der beiden Werte V und D ermitteln, ob sich ein aktuell erfaßter Lageistwert und der dazugehörige, im unmittelbar vorangegangenen Zyklus erfaßte, übertragene und somit bereits im Speicher befindliche Lageistwert unmittelbar links oder rechts vom Nullpunkt NP befindet, und somit der Fall eintreten ist, daß sich die zur Drehrichtungserkennung miteinander in Verbindung zu bringenden Lageistwerte ausnahmsweise nicht beide gemeinsam auf einer Seite des Nullpunktes befinden. Hierzu werden die Istwerte mit Hilfe von Vergleichsmitteln der erfindungsgemäßen Schaltung mit den jeweiligen Größen der beiden gespeicherten Werte V und D verglichen.
- 15 Die Erfindung wird mit Hilfe der Figur am Beispiel von drei Paaren zusammengehöriger Lageistwerte X_{11}, X_{12} und X_{21}, X_{22} und X_{31}, X_{33} erläutert, wobei die Werte X_x2 den jeweils aktuellen, neu erfaßten und übertragenen Lageistwert, und die Werte X_x1 den jeweils vorangegangenen, im vorherigen Zyklus erfaßten Lageistwert darstellen, wobei für $x=1,2,3$ gilt.

- Ergibt dieser Vergleich in einem ersten Fall, daß ein aktueller Lageistwert X_{12} im Bereich zwischen dem Nullpunkt NP und dem mit der Größe des ersten gespeicherten Wertes V übereinstimmenden Lageistwert L_2 liegt, d.h. in der Figur rechts vom Nullpunkt, und zusätzlich der vorangegangene Lageistwert X_{11} im Bereich zwischen dem mit der Größe des zweiten gespeicherten Wertes D übereinstimmenden Lageistwert L_1 und dem Drehgeberendwert MAX liegt, d.h. in der Figur links vom Nullpunkt, sind also die folgenden Bedingungen erfüllt

$$\begin{array}{ll} NP < X_{12} < V & (Gl. 1) \\ D < X_{11} < MAX & (Gl. 2) , \end{array}$$

so ermittelt die erfindungsgemäße Schaltung eine positive Drehrichtung.

Ergibt dieser Vergleich in einem zweiten Fall, daß ein aktueller Lageistwert X22 im Bereich zwischen dem mit der Größe des zweiten gespeicherten Wertes D übereinstimmenden Lageistwert L1 und dem Drehgeberendwert MAX liegt, d.h. in der Figur links vom Nullpunkt, und zusätzlich der vorangegangener Lageistwert X21 im Bereich zwischen dem Nullpunkt NP und dem mit der Größe des ersten gespeicherten Wertes V übereinstimmenden Lageistwert L2 liegt, d.h. in der Figur rechts vom Nullpunkt, sind also die folgenden Bedingungen erfüllt

$$\begin{array}{ll} D < X22 < MAX & \text{(Gl. 3)} \\ 15 \quad NP < X21 < V & \text{(Gl. 4) ,} \end{array}$$

so ermittelt die erfindungsgemäße Schaltung eine negative Drehrichtung.

Ist eine der beiden Bedingungen in einem der obigen Gleichungspaare Gl.1, Gl.2 oder G.3, Gl.4 erfüllt, so wurde der Nullpunkt NP der Welle W des Winkellagemeßgebers überschritten, und die beiden zur Erfassung der aktuellen Drehrichtung miteinander zu verarbeitenden Werte liegen nicht paarig beisammen auf einer Seite des Nullpunktes NP.

Ergibt dieser Vergleich in einem dritten Fall, daß keine der Bedingungen der obigen Gleichungen Gl.1 bis Gl.4 erfüllt ist, so liegen beide Lageistwerte nicht nahe bei dem bzw. um den Nullpunkt NP. In der Figur ist ein Paar derartiger Lageistwerte X32, X31 eingezeichnet. Es wird dann die Differenz zwischen dem aktuellen Lageistwert X32 und dem vorangegangenen Lageistwert X31 wie bisher gebildet. Ist das Vorzeichen dieser Differenz positiv, so ist die Drehrichtung positiv, andernfalls ist negativ. Im Beispiel der Figur ist die Drehrichtung positiv.

- Die Erfindung hat den Vorteil, daß trotz des möglichen Auftretens von unerwarteten oder fehlerbedingten großen Betragsänderungen bei den erfaßten Winkellageistwerten die Drehrichtung der Welle des Winkellagegebers in jedem Fall korrekt ermittelt werden kann. Die Erfindung hat den zusätzlichen Vorteil, daß sie auf einfache Weise um eine zusätzliche Plausibilitätsprüfung von erfaßten Lageistwerten erweiterbar ist.
- 10 Hierzu wird der Betrag aus der Differenz " aktueller Lageistwert - vorangegangener Lageistwert " gebildet. Ist dieser Betrag größer als der erste gespeicherte Wert V, so ist einer der beiden Istwerte fehlerhaft, da die Werte auf dem Umfang der Welle dann quasi zu weit auseinander liegen. Ein derartiger Betrag kann nur zustande kommen, wenn entweder die
- 15 tatsächliche Drehzahl höher als die maximal zulässige ist, oder ein Lageistwert z.B. durch elektromagnetische Einstrahlungen bei der seriellen Datenübertragung verfälscht wurde. Tritt ein solches fehlerhaftes Paar von Lagewerten auf, so
- 20 können diese nicht weiterverarbeitet werden, sondern müssen verworfen werden. Diese Ergänzung der Erfindung hat den Vorteil, daß die übertragenen Lageistwerte auch dann auf Plausibilität überprüfbar sind, wenn keine datensichernden Verfahren z.B. durch Hinzufügung redundanter Informationen wie
- 25 Paritäts- oder Prüfsummenbits bei der seriellen Datenübertragung eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erfassung der Drehrichtung eines absoluten
Winkellagemeßgebers, der die Lageistwerte über eine bevorzugt
5 serielle Datenübertragungsstrecke zugeführt werden, mit

a) einem Speicher, in dem hinterlegt sind

10 a1) ein erster Wert (V), der den Winkелеinheiten
entspricht, die während zwei aufeinanderfolgend
übertragener Lageistwerte über die
Datenübertragungsstrecke bei maximaler Drehzahl der
Meßgeberwelle (W) zurückgelegt werden, und

15 a2) ein zweiter Wert (D), welcher der Differenz aus dem
maximalen Wegwert des Winkellagemeßgebers (MAX) und dem
ersten Wert (V) entspricht ($D = MAX - V$), und mit

20 b) einer Verarbeitungseinheit, welche

die Drehrichtung der Welle (W) abhängig davon bestimmt,
ob zwei Lageistwerte (X11,X12;X21,X22;X31,X32) im Be-
reich zwischen dem Nullpunkt (NP) des Winkellagegebers
und einem mit der Größe des ersten gespeicherten Wertes
25 (V) übereinstimmenden Lageistwert (L2), bzw. in dem
Bereich zwischen einem mit der Größe des zweiten gespei-
cherten Wertes (D) übereinstimmenden Lageistwert (L1)
und dem maximalen Wegwert (MAX), oder außerhalb davon
liegen.

30

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Verarbeitungsein-
heit

35 a) eine positive Drehrichtung detektiert, wenn



10

a1) ein aktueller Lageistwert (X12) im Bereich zwischen dem Nullpunkt (NP) und einem mit der Größe des ersten Wertes (V) übereinstimmenden Lageistwert (L2) liegt, und

5 a2) der vorangegangene Lageistwert (X11) im Bereich zwischen einem mit der Größe des zweiten gespeicherten Wertes (D) übereinstimmenden Lageistwert (L1) und dem maximalen Wegwert des Winkellagemeßgebers (MAX) liegt, und

10

b) eine negative Drehrichtung detektiert, wenn

b1) ein aktueller Lageistwert (X22) im Bereich zwischen einem mit der Größe des zweiten gespeicherten Wertes (D) übereinstimmenden Lageistwert (L1) und dem maximalen Wegwert des Winkellagemeßgebers (MAX) liegt, und

15

b2) der vorangegangener Lageistwert (X21) im Bereich zwischen dem Nullpunkt (NP) und einem mit der Größe des ersten gespeicherten Wertes (V) übereinstimmenden Lageistwert (L2) liegt.

20

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Verarbeitungseinheit die Drehrichtung durch Bildung einer Differenz aus den beiden aufeinander folgenden Lageistwerten (X11,X12; X21,X22;X31,X32) bildet, wenn keiner oder maximal einer der beiden Lageistwerte (X32,X31) entweder im Bereich zwischen einem mit der Größe des zweiten gespeicherten Wertes (D) übereinstimmenden Lageistwert (L1) und dem maximalen Wegwert des Winkellagemeßgebers (MAX) oder im Bereich zwischen dem Nullpunkt (NP) und einem mit der Größe des ersten gespeicherten Wertes (V) übereinstimmenden Lageistwert (L2) liegt.

25

30



4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Verarbeitungseinheit den Betrag aus einer Differenz der beiden Lageistwerte (X11,X12;X21,X22;X31,X32) bildet, und die Lageistwerte mangels Plausibilität verwirft, wenn der
- 5 Wert des Betrags größer ist als der erste Wert (V).

