

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, 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 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 Nullpunkt 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, 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 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 Steuerung auf sogenannte Plausibilität überprüft werden.

35 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 Winkellage-meßgebers 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 Überfah- rung des sogenannten Nullpunktes. Bei einem Geber mit z.B. einer sogenannten 0,1 ° Auflösung einer vollen Umdrehung der über- wachten Welle ändert sich die binäre Codierung des Istwertes bei Überfah- rung 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 Null- punktsüberschreitung zulässig und müssen als solche erkannt werden. Treten aber, wie oben beschrieben, sporadisch uner- wartete oder fehlerbedingte große Betragssprünge auf, so wird hierdurch z.B. in einer auswertenden Steuerung sowohl die Erkennung der Drehrichtung der Welle, als auch die Plausi- bilitätsprüfung eingehender Lageistwerte behindert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Schaltung an- zugeben, 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 Winkелеinheiten, die während zwei aufeinander folgender Übertragungen von Lageistwerten über die jeweilige serielle Datenübertragungsstrecke bei Vorliegen der 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
25 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
30 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.

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

$$NP < X_{12} < V \quad (Gl. 1)$$

$$D < X_{11} < MAX \quad (Gl. 2) ,$$

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 Bereich zwischen dem Nullpunkt (NP) des Winkellagegebers und einem mit der Größe des ersten gespeicherten Wertes (V) übereinstimmenden Lageistwert (L2), bzw. in dem
25 Bereich zwischen einem mit der Größe des zweiten gespeicherten Wertes (D) übereinstimmenden Lageistwert (L1) und dem maximalen Wegwert (MAX), oder außerhalb davon liegen.

30

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Verarbeitungseinheit

a) eine positive Drehrichtung detektiert, wenn

35



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

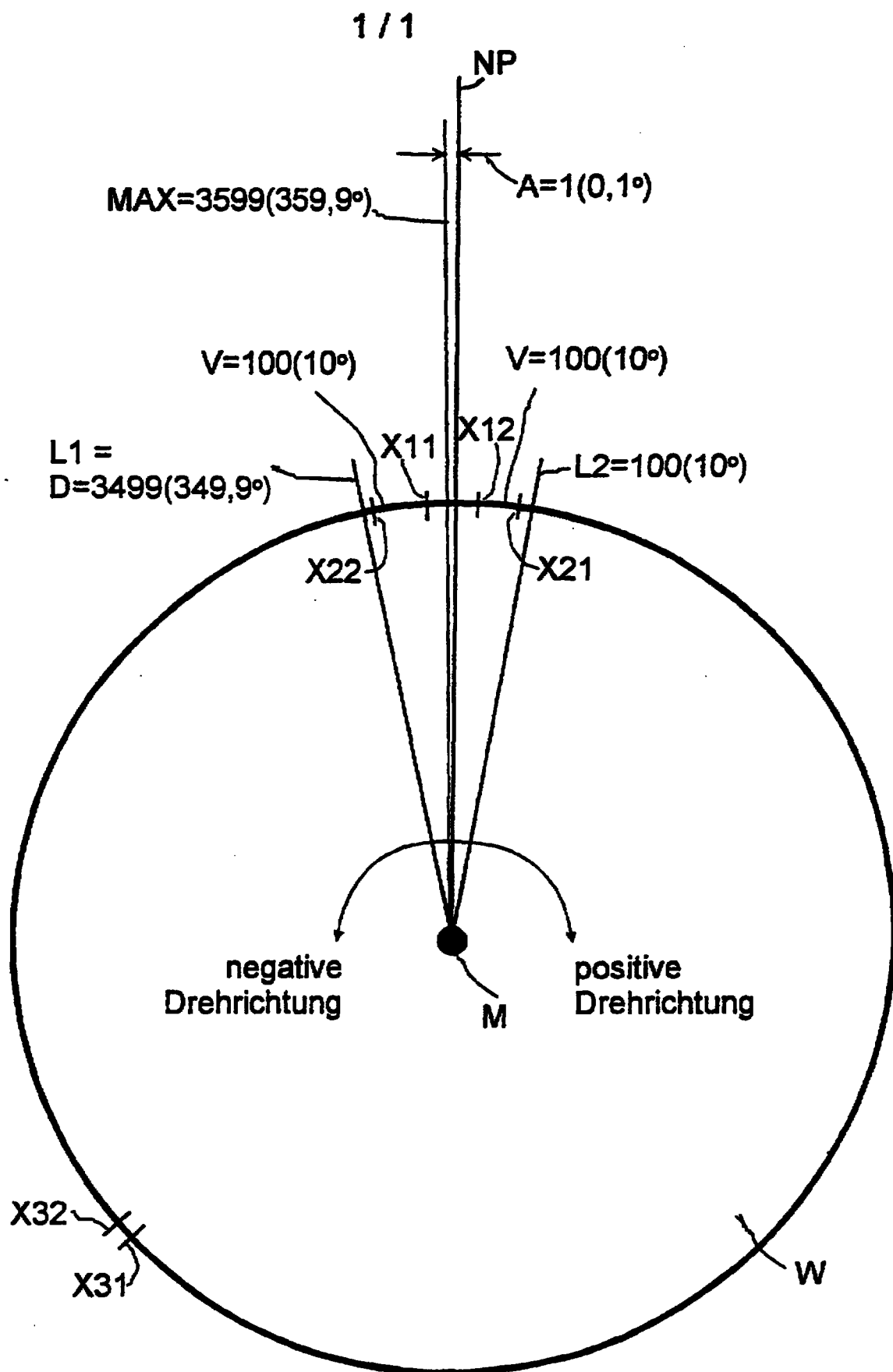
30



* C L M S *

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).





Description

Device for identifying the direction of rotation and testing plausibility in absolute angular position encoders, especially with serial transmission of detected
5 actual position values

In absolute angular position encoders, actual position values can be transmitted, preferably serially, for example to a controller for further processing, in binary form at predefined time intervals. Since the
10 operation of serial data transmission of all the bits of an actual value of this type that is encoded in binary form takes up a specific time duration, however, in exceptional cases, the real actual value can vary sharply during said operation.

15 A first case of this type is presented when the shaft of the absolute angular position encoder temporarily rotates at a high rotational speed, for example because of an excessive speed that is intrinsically inadmissible. In this case, the factual position of the shaft
20 may change by many distance units between the beginning and end of the serial, bitwise transmission of an actual position value that was detected previously. The subsequent, serially transmitted actual position value then has an absolute magnitude which has changed in an unexpectedly abrupt manner. A further case of this type is
25 presented when errors occur during the serial data transmission. In this case, high-value bits in the encoding of the actual position value can be falsified in the serial data stream, for example caused by electromagnetic
30 irradiation. In this case, too, actual position values may have an absolute magnitude which, induced by the error, changes in an abrupt manner. If such abrupt changes in an actual angular position value are fed to a controller, for example, then both the identification of
35 the direction of rotation of the shaft of the angular position encoder, and the testing of the plausibility of the incoming actual position values, are made more

difficult there.

In normal operation, the direction of rotation of the shaft of the angular position encoder can be ascertained in a simple way, in that the

difference between successive actual values is formed. If the sign of "current actual position value - previous actual position value" is positive, then the rotation is "forward", for example; if a negative sign occurs, then the rotation is "backward". However, a precondition for the functional capability of this method is that the two actual values in the above difference always lie so close to each other that such a pair in each case lies either "before" or "after" the so-called zero point of the shaft of the angular position encoder. Hence, the absolute magnitudes of the two actual values must generally not deviate sharply from each other.

However, this in turn means that the rotational speed of the shaft of the angular position encoder, and the rapidness of the serial data transmission, must always be matched to each other in such a way that one of the two values of the pair is not acquired "before" and the other value "after" passing over the zero point. In such a case, an erroneous direction of rotation would be determined. If the old actual value, lying "before" the zero point, is 3550, for instance (corresponding for example to an actual position value of 355,0 degrees), and the new actual value, lying "after" the zero point, is 50 (corresponding for example to an actual position value of 50.0 degrees), then the difference "current actual position value - previous actual position value", that is to say 50 - 3550 in the example, results in a negative sign, although the shaft of the angular position encoder has been rotated forward over the zero point. On the other hand, actual position values which have been severely falsified in terms of magnitude as a result of electromagnetic irradiation must also not be used for the difference formation. There is the risk in this case, too, that an erroneous direction of rotation will be determined.

Actual position values which have changed sharply in an unexpected or error-induced manner also constitute a problem if this are checked for so-called plausibility, for example in a controller. To this end

GR 95 P 3237 P

2a

THIS SHEET HAS BEEN
REPLACED

it is generally assumed that the change in the incoming

actual position values takes place in an approximately quasi-continuous manner. It is then possible to check whether their absolute magnitude exceeds a predefined, maximum admissible rate of change. By this means, actual position values that are unusable, for example falsified because of errors during the serial data transmission, can be filtered out. On the other hand, such large jumps in the actual value can also occur unexpectedly when the matching between the speed of the serial data transmission and the rotational speed of the shaft of the angular position encoder is disturbed, for example as a result of a temporary, intrinsically inadmissible, excessive speed of rotation. Such large, faulty or unexpected jumps in the actual value can then be confused with admissible jumps in the actual value, which always occur during the acquisition of the angular position.

During the acquisition of the position of the shaft of an angular position encoder, the actual value specifically changes from the maximum value to the starting value or zero value, or vice versa, at the moment of travelling over the so-called zero point. Given an encoder with, for example, a so-called 0.1° resolution of a complete revolution of the shaft being monitored, the binary coding of the actual value changes from a maximum value of 3599 (corresponding, for example, to an actual position value of 359.9 degrees) to 0 (corresponding, for example, to an actual position value of 0 degrees) when travelling over the zero point. Such jumps in the absolute magnitude of the actual position value are admissible only at the moment of passing over the zero point and must be identified as such. If, however, as described above, sporadically unexpected or error-induced large jumps in absolute magnitude occur, both the identification of the direction of rotation of the shaft and the testing of the plausibility of incoming actual position values are hampered by this, for example in a controller carrying out the evaluation.

The invention is based on the object of specifying a circuit using which, in the case of an absolute

angular position encoder, in spite of any possible occurrence of large changes in absolute magnitude in the detected actual angular position values, the direction of rotation of the shaft

of the angular position encoder can be ascertained correctly, and the plausibility of the actual position values can be checked.

5 The object is achieved with the device specified in claim 1. Advantageous further refinements of the same are specified in the subclaims.

The invention will be explained further with the aid of the appended figure, which shows a cross section through the shaft of an angular position encoder.

10 Firstly, a first value V is ascertained by the circuit according to the invention, for example during the commissioning of the angular position encoder, and stored in a store. The said value corresponds to the number of angular units which are covered during two
15 successive transmissions of actual position values over the respective serial data transmission link when the maximum admissible rotational speed of the shaft of the angular position encoder is present. This value is thus
20 a measure of the capacity of the serial data transmission device respectively used in relation to the largest possible rate of change of the actual position values to be acquired and to be transmitted, and corresponds to the largest possible angular distance between two success-
25 ively acquired and transmitted actual position values. Since in the normal case the rotational speed of the shaft will be lower than the maximum value, actual position values normally lie closer to one another. Consequently, the value represents firstly the current acquisition speed of successive actual position values,
30 and also secondly the maximum value possible in this case of the step height in the absolute magnitude of the actual values.

Furthermore, a second value D is determined by the circuit according to the invention and, if appropri-
35 ate together with the first, corresponds to the difference between the maximum travel MAX of the angular position encoder and the first value V, that is to say D
= (MAX - V

GR 95 P 3237 P

- 5 -

) . Value V likewise stored in the store. This This value thus corresponds to the position value of the shaft of the angular position encoder, whose acquisition and serial transmission, for example to a controller, given
5 the presence of the maximum rotational speed of the shaft, would occupy precisely so much time that the subsequently detected actual position value would coincide with the so-called rotary encoder final value MAX. This rotary encoder final value is the actual
10 position value to which, also depending on the respective binary encoding, the maximum occurring absolute magnitude is assigned. As a rule, it lies before the so-called zero point of the encoder only by an angular value that corresponds to the resolution of the angular position
15 encoder.

In the case of the example drawn in the figure, let it be assumed, in the same way as already assumed above, that the angular position encoder is able to acquire position changes of its shaft W with a resolution
20 of 0.1° . It is then advantageous if the smallest absolute magnitude $A = 1$ is assigned to this smallest measurable angular range. Given a resolution of 0.1° , the maximum actual position value that can be acquired has the magnitude of 359.9 degrees. This final value, lying
25 directly before the zero point NP of the shaft W, of the angular position encoder is then assigned the maximum absolute magnitude of $MAX = 3599$. Let it further be assumed that the shaft W of the angular position encoder, given the presence of the maximum admissible rotational
30 speed, rotates further by an angular range of 10° between the acquisition and transmission of two successive actual position values. In this case, the magnitude 100 results for the first value V ($V = 10^\circ$ divided by 0.1°), and $D = MAX$ minus $V = 3599 - 100 = 3499$ results for the
35 second value. In the figure, the actual position values L1 and L2 are illustrated to the right and left of the zero point NP of the shaft W. The actual position value $L1 = 3499$ in this case lies by the magnitude of the first value V (100) plus the resolution A (1), that is to say

GR 95 P 3237 P

5a

precisely by the magnitude of the second value D, "before" the zero point NP. The second actual position value $L_2 = 100$ lies "after" the zero point by the magnitude of the first value V (100).

The circuit according to the invention can now ascertain, via a processing unit and with the aid of the two values V and D, whether a currently detected actual position value and the associated actual position value which was acquired in the immediately preceding cycle, has been transmitted and is thus already located in the store, is located immediately to the left or right of the zero point NP and whether thus the case has occurred in which the actual position values to be brought into conjunction with each other in order to identify the direction of rotation are exceptionally not both located together on one side of the zero point. To this end, the actual values are compared with the respective magnitudes of the two stored values V and D with the aid of comparison means of the circuit according to the invention.

The invention will be explained with the aid of the figure, using the example of three pairs of associated actual position values X11, X12 and X21, X22 and X31, X33, the values Xx2 representing the respectively current, newly acquired and transmitted actual position value, and the values Xx1 representing the respectively preceding actual position value acquired in the previous cycle, x being 1, 2, 3.

If, in a first case, this comparison yields the result that a current actual position value X12 lies in the range between the zero point NP and the actual position value L2 corresponding to the magnitude of the first stored value V, that is to say to the right of the zero point in the figure, and in addition the previous actual position value X11 lies in the range between the actual position value L1 corresponding to the magnitude of the second stored value D and the rotary encoder final value MAX, that is to say to the left of the zero point in the figure, that is to say if the following conditions are satisfied

$$NP < X12 < V \quad (\text{Eq. 1})$$

$$D < X11 < MAX \quad (\text{Eq. 2}),$$

then the circuit according to the invention ascertains a positive direction of rotation.

If, in a second case, this comparison yields the result that a current actual position value X22 lies in the range between the actual position value L1 corresponding to the magnitude of the second stored value D and the rotary encoder final value MAX, that is to say to the left of the zero point in the figure, and in addition the previous actual position value X21 lies in the range between the zero point NP and the actual position value L2 corresponding to the magnitude of the first stored value V, that is to say to the right of the zero point in the figure, that is to say if the following conditions are satisfied

$$D < X22 < MAX \quad (\text{Eq. 3})$$

$$NP < X21 < V \quad (\text{Eq. 4}),$$

then the circuit according to the invention ascertains a negative direction of rotation.

If one of the two conditions in one of the above pairs of equations Eq.1, Eq.2, or Eq.3, Eq.4 is satisfied, then the zero point NP of the shaft W of the angular position encoder has been passed over, and the two values to be processed in relation to each other in order to acquire the current direction of rotation do not lie together as a pair on one side of the zero point NP.

If, in a third case, this comparison yields the result that none of the conditions in the above equations Eq.1 to Eq.4 is satisfied, then the two actual position values do not lie close to or about the zero point NP. One pair of such actual position values X32, X31 is drawn in the figure. The difference between the current actual position value X32 and the previous actual position value X31 is then formed as previously. If the sign of this difference is positive, then the direction of rotation is positive, otherwise is negative. In the example in the figure, the direction of rotation is positive.

The invention has the advantage that, in spite of the possible occurrence of unexpected or error-induced large changes in absolute magnitude in the detected actual angular position values, the direction of rotation of the shaft of the angular position encoder can be ascertained correctly in each case. The invention has the additional advantage that it can be expanded in a simple way by an additional plausibility test of acquired actual position values.

10 To this end, the magnitude of the difference "current actual position value - previous actual position value" is formed. If this magnitude is greater than the first stored value V, then one of the two actual values is erroneous, since the values on the circumference of the shaft then, so to speak, lie too far apart from each other. A magnitude of this amount can only occur if either the factual rotational speed is higher than the maximum admissible speed, or an actual position value has been falsified, for example as a result of electro-
15 magnetic irradiation during the serial data transmission. If such an erroneous pair of position values occurs, these cannot be processed further, but must be discarded. This supplement to the invention has the advantage that the actual position values transmitted can be checked for
20 plausibility even if no data-securing methods, for example by means of adding redundant items of information such as parity or check sum bits, are used during the serial data transmission.

Patent claims

1. A device for identifying the direction of rotation of an absolute angular position encoder, to which device the actual position values are fed via a preferably serial data transmission link, having
- 5 a) a store in which the following are stored
- a1) a first value (V) which corresponds to the angular units covered during two actual position values successively transmitted via the data transmission link at the maximum rotational speed of the encoder shaft (W), and
- 10 a2) a second value (D), which corresponds to the difference between the maximum travel of the angular position encoder (MAX) and the first value (V) ($D = MAX - V$), and having
- 15 b) a processing unit which determines the direction of rotation of the shaft (W) depending on whether two actual position values (X_{11} , X_{12} ; X_{21} , X_{22} ; X_{31} , X_{32}) lie in the range between the zero point (NP) of the angular position encoder and an actual position value (L_2) corresponding to the magnitude of the first stored value (V), or in the range between an actual position value (L_1) corresponding to the magnitude of the second stored value (D) and the maximum travel (MAX), or
- 20 outside these ranges.
- 25
2. The device as claimed in claim 1, the processing unit
- a) detecting a positive direction of rotation if



- a1) a current actual position value (X12) lies in the range between the zero point (NP) and an actual position value (L2) corresponding to the magnitude of the first value (V), and
- 5 a2) the previous actual position value (X11) lies in the range between an actual position value (L1) corresponding to the magnitude of the second stored value (D) and the maximum travel of the angular position encoder (MAX), and
- 10 b) detecting a negative direction of rotation if
- b1) a current actual position value (X22) lies in the range between an actual position value (L1) corresponding to the magnitude of the second stored value (D) and the maximum travel of the angular position encoder (MAX), and
- 15 b2) the previous actual position value (X21) lies in the range between the zero point (NP) and an actual position value (L2) corresponding to the magnitude of the first stored value (V).
- 20 3. The device as claimed in claim 1 or 2, the processing unit forming the direction of rotation by forming a difference between the two successive actual position values (X11, X12; X21, X22; X31, X32) if none or a maximum of one of the two actual position values (X32, X31) lies either in the range between an actual position value (L1) corresponding to the magnitude of the second stored value (D) and the maximum travel of the angular position encoder (MAX) or in the range between the zero point (NP) and an actual position value (L2) corresponding to the magnitude of the first stored value (V).
- 30



4. The device as claimed in one of the preceding claims, the processing unit forming the absolute magnitude of a difference between the two actual position values (X11, X12; X21, X22; X31, X32) and discarding the
- 5 actual position values as lacking plausibility if the value of the absolute magnitude is greater than the first value (V).

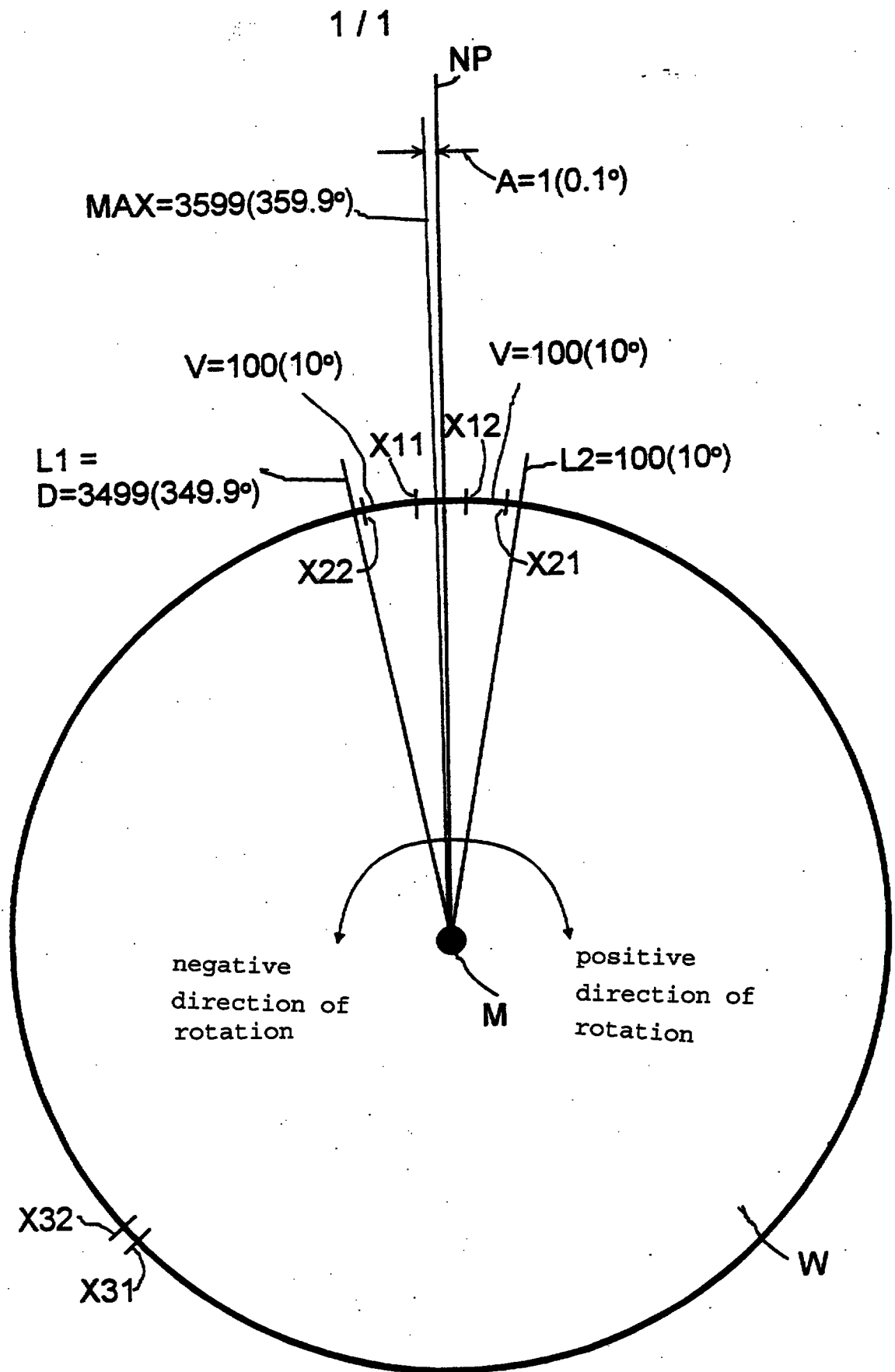


Abstract

Device for identifying the direction of rotation and testing plausibility in absolute angular position encoders, especially with serial transmission of detected actual position values

A first value (V), which corresponds to the angular units covered during two actual position values successively transmitted via the data transmission link at the maximum rotational speed of the encoder shaft (W), and a second value (D) which corresponds to the difference between the maximum travel of the angular position encoder (MAX) and the first value (V), are stored in a store. A processing unit determines the direction of rotation of the shaft (W) depending on whether two actual position values (X11, X12; X21, X22; X31, X32) lie in the range between the zero point (NP) of the angular position encoder and an actual position value (L2) corresponding to the magnitude of the first stored value (V), or in the range between an actual position value (L1) corresponding to the magnitude of the second stored value (D) and the maximum travel (MAX), or outside these ranges. The invention has the advantage that, in spite of the possible occurrence of unexpected or fault-induced large changes in magnitude in the detected actual angular position values, the direction of rotation of the shaft of the angular position encoder can be ascertained correctly in each case.

FIG 1





PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
**INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)**

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01D 3/08, 5/244	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/30723 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Oktober 1996 (03.10.96)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/00520 (22) Internationales Anmeldedatum: 25. März 1996 (25.03.96) (30) Prioritätsdaten: 295 05 426.3 30. März 1995 (30.03.95) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STREICHERT, Gerhard [DE/DE]; Raiffeisenstrasse 1, D-92353 Postbauer-Heng (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, (SG) US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(54) Title: DEVICE FOR DIRECTION OF ROTATION RECOGNITION AND PLAUSIBILITY TESTING IN ABSOLUTE ANGULAR POSITION MEASURING DEVICES ESPECIALLY WITH SERIAL TRANSMISSION OF ACTUAL POSITIONS DETECTED (54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR DREHRICHTUNGSERKENNUNG UND PLAUSIBILITÄTSPRÜFUNG BEI ABSOLUTEN WINKELGEMESSGEBERN MIT INSBESONDERE SERIELLER ÜBERTRAGUNG ERFASSTER LAGEISTWERTE (57) Abstract A first value (V) corresponding to the angular units covered during two successive actual positions transmitted via the data path at the maximum rotation speed of the measuring device shaft (W) and a second value (D) corresponding to the difference between the maximum travel of the angular position measuring device (MAX) and the first value (V) are stored. A processing unit determines the direction of rotation of the shaft (W) dependently upon whether two actual positions (X11, X12; X21, X22; X31, X32) lie in the region between the zero point (NP) of the angular position detector and an actual position (L2) corresponding to the value of the first stored value (V), or in the region between an actual position (L1) corresponding to the value of the second stored value (D) and the maximum travel (MAX), or outside them. The invention has the advantage that, despite the possible occurrence of large unexpected or fault-induced changes in values in the actual angular positions detected, the direction of rotation of the shaft of the angular position detector can always be correctly determined in all cases. (57) Zusammenfassung In einem Speicher sind hinterlegt 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 ein zweiter Wert (D), welcher der Differenz aus dem maximalen Wegwert des Winkellagemessgebers (MAX) und dem ersten Wert (V) entspricht. Eine Verarbeitungseinheit bestimmt die Drehrichtung der Welle (W) abhängig davon, ob zwei Lageistwerte (X11, X12; X21, X22; X31, X32) im Bereich zwischen dem Nullpunkt (NP) des Winkellagegebers und einem mit der Grösse des ersten gespeicherten Wertes (V) übereinstimmenden Lageistwert (L2), bzw. in dem Bereich zwischen einem mit der Grösse des zweiten gespeicherten Wertes (D) übereinstimmenden Lageistwert (L1) und dem maximalen Wegwert (MAX), oder ausserhalb davon liegen. 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.		

