



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **226 643 A1**4(51) **G 01 B 21 06****AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP G 01 B/267 540 2	(22)	24.09.84	(44)	28.08.85
------	---------------------	------	----------	------	----------

(71)	Kombinat VEB Lokomotivbau-Elektrotechnische Werke „Hans Beimler“, 1422 Hennigsdorf, Ewald-Voigt-Platz 1, DD
------	---

(72)	Hornig, Gunter, Dr.-Ing., DD
------	------------------------------

(54)	Verfahren und Schaltungsanordnung zur digital-inkrementalen Wegmessung
------	---

(57) Die erfindungsgemäße Lösung soll mit geringem technischem Aufwand Falschzählungen bei digital-inkrementaler Wegmessung an Maschinen und Einrichtungen mit mechanischem Spiel bei Änderung der Bewegungsrichtung vermeiden helfen. Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung für die digital-inkrementale Wegmessung zu schaffen, so daß zu einem statischen Richtungsimpuls auch ein phasenrichtiger Zählimpuls gebildet wird. Das wird dadurch erreicht, daß parallel zur Richtungssignalerkennung ein phasenrichtiger Zählimpuls derart gebildet wird, daß die Rechteckimpulsfolgen der Eingangssignale unverzögert zur Taktbildung als Setz- bzw. Rücksetzsignale für einen RS-Trigger derart verknüpft werden, daß als Ausgangssignal des Triggers das Abbild eines der Eingangssignale erscheint, ohne das Störimpuls oder „Prell“-Signale eines Eingangs dieses Signal verfälschen. Mit Hilfe eines der Taktbildung nachgeschalteten Flankendiskriminators erfolgt eine Zweifach-Auswertung der Triggerimpulse, indem von Vorder- und Rückflanke des Abbild-Impulses je ein Zählimpuls bereitgestellt wird. Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in Manipulatoren, technologische Einrichtungen oder Beschickungseinrichtungen erfolgen. Fig. 1

Erfindungsansprüche:

1. Verfahren zur digital-inkrementalen Wegmessung, vorzugsweise für die Positionierung und/oder Anzeige translatorisch oder rotatorisch bewegter Maschinenteile, mit zusätzlicher Auswertung von feststehenden Maschinenfehlern, wobei zur richtungsabhängigen Zählung zwei um 90° el. phasenverschobene digitale Rechteckimpulsfolgen ausgewertet werden, und daß mittels einer Entscheidungslogik die Richtung „vorwärts“ bzw. „rückwärts“ erkannt wird und als statisches Richtungssignal für nachfolgende Soll/Istwertvergleiche verwendet wird, mit paralleler Zähl- und Richtungsentscheidimpulsbildung, **gekennzeichnet dadurch**, daß parallel zur Richtungssignalerkennung ein phasenrichtiger Zählimpuls derart gebildet wird, daß die Rechteckimpulsfolge eines Eingangssignals mit dem Richtungssignal als Äquivalenzfunktion logisch verknüpft ist und daß die phasenverschobene Rechteckimpulsfolge des zweiten Eingangssignals mit dieser Äquivalenzfunktion in einer logischen UND-Verknüpfung ein Setzsignal für einen Trigger bildet und daß parallel dazu das Rücksetzsignal durch die logische UND-Verknüpfung der negierten Signale Äquivalenzfunktion und zweites Eingangssignal gebildet wird, was immer alternierend, ohne Überschneidung zum Setzsignal, anliegt, so daß der phasenrichtige statisch stabile Weg-Zählimpuls am Ausgang des Triggers anliegt.
2. Verfahren zur digital-inkrementalen Wegmessung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Bildung der benötigten Weg-Zählimpulse für die Wegmessung, oder Winkelmessung, durch die Zweifach-Auswertung der Flanken der Zählimpulsfolge des Triggers nach Punkt 1 erfolgt.
3. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach den Punkten 1 und 2, wobei die zwei um 90° el. phasenverschobenen digitalen Rechteckimpulsfolgen mittels induktiver Initiatoren erzeugt und über Optokoppler als Eingangssignale einem Richtungsdiskriminator zur Erkennung der Bewegungsrichtung und einem Takterzeugungskreis zur Bildung der Zählimpulse zugeführt werden und daß die Ausgangssignale mit einem Vor-/Rückwärtszähler verbunden sind, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Eingangssignale der Eingänge (A; B) im parallel zur Richtungssignalerkennung angeordneten Vergleichskreis (TE; FD) derart bewertet werden, daß am Ausgang des Äquivalenzgliedes (7) ein Äquivalenzsignal (F) aus einem Eingangssignal (B) und dem Richtungssignal (E) gebildet wird, das wiederum mit dem anderen Eingangssignal (A) am Ausgang des UND-Gliedes (8) ein Setzsignal (G) bildet und daß die Negation des Äquivalenzsignals (F) mit der Negation des anderen Eingangssignals (B) am Ausgang eines zweiten UND-Gliedes (9) ein Rücksetzsignal (H) parallel zum Setzsignal erzeugt, daß dieses Setzsignal (G) einen RS-Trigger (10) setzt und daß das Rücksetzsignal (H) den RS-Trigger (10) rücksetzt, wobei das gebildete Triggersignal (I) ein störungsfreies Abbild vom Eingangssignal (A) ist und daß im Anschluß daran die Flanken des Triggersignals im Flankendiskriminator (FD) derart bewertet werden, daß jede aufsteigende und abfallende Flanke einen Weg-Zählimpuls (K) für den Eingang eines Vor-/Rückwärtszählers (13) bereitstellt.
4. Schaltungsanordnung nach Punkt 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Richtungsimpulsbildung der Richtungsdiskriminator (RD) aus der Reihenschaltung von D-Trigger (2) und Monoflop (4) zur Bildung des Setzsignals und aus D-Trigger (3) und Monoflop (5) zur Bildung des Rücksetzsignals für den RS-Trigger (6) gebildet wird, wobei am Ausgang des Triggers (6) das störungsfreie statische Richtungssignal (E) anliegt und den D-Eingängen der D-Trigger (2; 3) ein Eingangssignal (B) zugeführt wird und daß am Takteingang (C) des einen D-Triggers (2) das andere Eingangssignal (A) anliegt, während dessen Negation (Ä) dem Takteingang (C) des anderen D-Triggers (3) zugeführt wird.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur digital-inkrementalen Wegmessung, vorzugsweise für die Positionierung und/oder Anzeige translatorisch oder rotatorisch bewegter Maschinenteile. Die Anwendung der Erfindung ist in Handhabeinrichtungen (Manipulatoren), technologischen Einrichtungen zum Schweißen, Beschichten, Sandstrahlen oder in Beschickungseinrichtungen sowie für Kräne möglich.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Weg- und Winkelmeßsysteme zur Erfassung des Ist-Zustandes eines zurückgelegten Weges oder einer Drehbewegung sind bekannt.

Diese Systeme werden als digital-absolute, als digital-inkrementale und als analoge Meßsysteme angeboten (vgl. VEM-Handbuch „Numerische Steuerungen“, Berlin 1976, Seite 159).

Digital-inkrementale Weg- und Winkelmeßsysteme, die vor allem an Werkzeugmaschinen Verwendung finden, arbeiten im wesentlichen nach dem fotoelektrischen Prinzip im Auflicht- oder Durchlichtverfahren. Dabei erfolgt für die verwendete Zählleinrichtung sowohl die Bildung von Richtungsentscheidsignalen, getrennt für die Bewegung „vorwärts“ oder „rückwärts“, als auch von Zählimpulsen. Zur richtungsabhängigen Zählung werden zwei um 90° el. phasenverschobene digitale Rechteckimpulsfolgen ausgewertet.

Bekannt ist weiterhin die Bildung von richtungsabhängigen Zählimpulsen in einer zeitabhängigen Form durch Verknüpfung und Synchronisierung mit den Impulsen eines Taktgenerators (siehe Zeitschrift rfe- „radio fernsehen elektronik“ 24/1975, Heft 5, Seite 165–169; DD-PS 80465).

Die für den Einsatz an Werkzeugmaschinen vorgesehenen Systeme arbeiten mit hoher Genauigkeit. Für den Betrieb von Arbeitsmaschinen oder Handhabeinrichtungen unter rauen Arbeitsbedingungen ist jedoch eine derartige Genauigkeit nicht erforderlich. Durch eine zeitabhängige feste Taktfrequenz sind diese Meßsysteme außerdem ungeeignet für Maschinen, die robuste und wartungsfreie Wegmeßsysteme verlangen und bei denen sich das Arbeitsspiel bedingt durch unterschiedliche Massenträgheitsmomente während des Arbeitszyklusses nicht in eine feste Taktfrequenz einordnen läßt.

Außerdem steht der Preis dieser Meßeinrichtung in Verbindung mit einem hohen technischen Aufwand von meist vier zu verarbeitenden Informationskanälen in einem ungünstigen Verhältnis zum Gesamtpreis der Maschine oder Ausrüstung. Bekannt sind ferner zeitabhängig arbeitende Weg- und Winkelmeßsysteme, die außer den Zählimpulsen

Richtungsentscheidimpulse als Impulse mit Arbeitsfrequenz (vgl. Zeitschrift -rfe- 29/1980, Heft 12, Seite 813; DD-PS 93640; DD-PS 114988) oder als statische Richtungsimpulse (vgl. Zeitschrift Elektronik Anzeiger 12/1980, Heft 3, Seite 25–28; DD-PS 116501) ausgeben. Für den Vergleich von Soll- und Istwert eines Weg- oder Winkelmeßwertes ist jedoch meist ein statisches Richtungssignal zeitlich vor dem eigentlichen digitalen Zählimpuls notwendig.

Nachteilig bei den Systemen gemäß -rfe- 29/1980, 12, Seite 813, und Elektronik-Anzeiger 12 (1980), Heft 3, Seite 25–28 ist außerdem ein auftretender Phasensprung zwischen erfaßtem Istwert und verarbeitetem Zählsignal beim Übergang von einer Bewegungsrichtung zur anderen.

Alle bekannten Meßsysteme, sowohl die getakteten, wie auch die zeitabhängigen, haben den Nachteil, daß beim Einsatz an Maschinen oder Einrichtungen mit einem fertigungstechnisch bedingten mechanischen Spiel in der Kraftübertragungseinheit (z. B. Getriebe lose, Ketten- oder Kupplungsspiel, Elastizität im Seil) Fehlimpulse beim Anhalten oder Vorrücken ausgegeben werden können. Ursache ist der Flankenwechsel nur eines Digitalsignals infolge der Kleinheit der Wegänderung im Reversierzeitpunkt, wo durch das mechanische Spiel (sogenanntes „Prellen“ oder „Pendeln“) nur ein Inkrement, nicht aber das 2. phasenverschobene Inkrement abgetastet wird. Auf diese Weise werden bleibende Fehler im Meßsystem verursacht. Deshalb sind diese Meßsysteme ungeeignet für Maschinensysteme geringerer Genauigkeit unter robusten Arbeitsbedingungen.

Weiterhin ist eine Einrichtung zur inkrementalen Wegmessung mittels eines Umsetzers mit optischer Abtastung bekannt, die aus einem Diskriminator zur Erkennung der Bewegungsrichtung und einem Vor-Rückwärts-Zähler besteht (vgl. Fachbuch „Digitale Meßverfahren“, 1981, Seite 75–80). Zur Vermeidung von Störimpulsen wird ein zusätzlicher elektronischer Vergleichskreis angeordnet, der jedoch in keiner Weise den gestellten Anforderungen zur Vermeidung von Fehlentscheidungen entspricht.

Aus der DD-PS 200644/2 ist ferner eine Anordnung zur Richtungserfassung für inkrementale Wegmeßsysteme bekannt, die Fehlzählung von Inkrementen bei Seillängenmessungen an Kränen infolge von „Pendelungen“ vermeidet. Je nach Haltewinkel werden von dieser Schaltung jedoch um 90° el. verschobene Zählimpulse ausgegeben oder es wird ein Impuls unterdrückt. Dadurch entstehen systematische Fehler. Infolge von nicht abgestimmten Gatterlaufzeiten können außerdem Fehlimpulse auftreten. Auch diese Lösung ist deshalb für die gestellten Anforderungen ungeeignet.

Weiter ist aus der DD-PS 208251 ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur digital-inkrementalen Wegmessung bekannt, das bei niedriger Frequenz der zu erfassenden Zählimpulse Falschzählungen vermeidet. Die Grenzen dieser Lösung liegen in der nur einfachen Flankenauswertung während einer Zählperiode von 360° el. und in der Anwendung von schaltungsbedingten Verzögerungsstufen. Damit kann der zu erfassende Weg nur bei geringen Positioniergeschwindigkeiten mit ausreichender Genauigkeit oder bei Verzicht auf die Genauigkeit bei etwas höherer Geschwindigkeit möglich sein.

Des Weiteren ist aus der DE-OS 3013334 eine Schaltungsanordnung zur Auswertung von feststehenden Maschinenfehlern bei Werkzeugmaschinen bekannt, bei der ein Speicher für Informationen feststehender Maschinenfehler und ein Fehlerrechner enthalten sind und dem Informationen des Speichers und Signale eines Übertragers (Stellungsgeber) zur Erzeugung von Korrektursignalen zugeführt werden.

Die Anwendung dieser Lösung ermöglicht die Herstellung von Werkzeugmaschinen (unter Anwendung eines numerischen Steuersystems) mit nicht überhöhten Genauigkeitsanforderungen, ist aber für den Anwendungsfall in Manipulatoren, Kränen, technologischen Einrichtungen oder Beschickungsanlagen auf Grund des erheblichen Bauelementeaufwandes und des nicht erforderlichen Genauigkeitsgrades als ungeeignet anzusehen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, mit geringem technischen Aufwand Falschzählungen bei digital-inkrementaler Wegmessung an Maschinen oder Einrichtungen mit mechanischem Spiel bei Änderung der Bewegungsrichtung zu vermeiden und die Störanfälligkeit bei Erhöhung der möglichen Zählfrequenz zu verringern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung für die digital-inkrementale Wegmessung zu schaffen, wo zu einem statischen Richtungsimpuls auch ein phasenrichtiger Zählimpuls gebildet wird.

Die Merkmale der Erfindung bestehen darin, daß parallel zur Richtungssignalerkennung ein phasenrichtiger Zählimpuls derart gebildet wird, daß die zwei um ca. 90° el. verschobenen Rechteckimpulsfolgen der Eingangssignale unverzögert zur Taktbildung als Setz- bzw. Rücksetzsignale für einen RS-Trigger derart verknüpft werden, daß als Ausgangssignal des Triggers das Abbild eines der Eingangssignale erscheint, ohne, daß Störungen oder „Prell“-Signale eines Eingangs dieses Abbild verfälschen. Mit Hilfe eines der Taktbildung nachgeschalteten Flankendiskriminators erfolgt eine Zweifach-Auswertung der Triggerimpulse, indem von Vorder- und Rückflanke des Abbildes je ein Zählimpuls bereitgestellt wird.

Durch dieses Auswertungsverfahren für inkrementale Wegimpulse werden pro Periode (360° el.) zwei Zählimpulse für eine Wegmessung bereitgestellt.

Die Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens besteht erfindungsgemäß darin, daß die Eingangssignale -A und B- zur Takterzeugung mit dem Signal -E- des Richtungsdiskriminators so verknüpft werden, daß folgende Setz- bzw.

Rücksetzsignale gebildet werden:

$$\text{Setzsignal: } G = A \times (B \times E + \bar{B} \times \bar{E})$$

$$\text{Rücksetzsignal: } H = \bar{A} \times (\bar{B} \times E + B \times \bar{E})$$

Zur Verringerung des Schaltungsaufwandes wird erfindungsgemäß der Klammerausdruck eine Äquivalenz- bzw.

Antivalenzbeziehung ersetzt, womit dann die Signalverknüpfung lautet:

$$\text{Setzsignal: } G = A \times F$$

$$\text{Rücksetzsignal: } H = \bar{A} \times \bar{F}$$

Nachfolgend werden diese Setz- bzw. Rücksetzsignale einem RS-Trigger zugeführt, wobei dessen Ausgangssignal die Grundlage der Takterzeugung bildet. Von den Flanken dieses Ausgangssignal als Abbild des Eingangssignals -A- werden im nachgeschalteten Flankendiskriminator durch Zweifach-Auswertung der Impulse die Zählimpulse zur Wegmessung abgeleitet, und dem Zählengang eines digitalen Vor-/Rückwärtszählers zugeführt. Das Richtungssignal des Zählers wird getrennt vom Richtungsdiskriminator bereitgestellt.

Zur Richtungsimpulsbildung wird der Richtungsdiskriminator vorzugsweise aus einem RS-Trigger gebildet, in dessen Setz- und Rücksetzeingänge je ein D-Trigger geschaltet ist. Für V/R-Zähler mit getrennten, bewerteten Eingängen für die Vor- oder Rückwärtsrichtung können die notwendigen Taktimpulse in bekannter Weise durch UND-Verknüpfung von Zähl- und Richtungsimpuls erzeugt werden.

Ausführungsbeispiel

In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1: eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2: die Wirkungsweise der Schaltungsanordnung nach Figur 1 anhand von Impulsdigrammen dargestellt;

Fig. 3: die Ausbildung für die Anwendung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung (Fig. 1) in Verbindung mit Vor-/Rückwärtszählern.

Figur 1 zeigt in einem Prinzipschaltbild die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens notwendige Schaltungsanordnung. Die beiden Rechteckimpulsfolgen kommen als Eingangsspannungssignal U_1 am Eingang A und als Eingangsspannungssignal U_2 etwa 90° phasenverschoben am Eingang B an und werden dem Richtungsdiskriminator RD zugeführt. Den Richtungsdiskriminator RD bilden die D-Trigger 2 und 3, die Monoflops 4 und 5, sowie der RS-Trigger 6. Außerdem wird das Eingangssignal U_1 vom Ausgang des NICHT-Gliedes 1 dem Richtungsdiskriminator RD zugeleitet. Am Ausgang des Richtungsdiskriminators liegt das Richtungssignal E an. Parallel zur Richtungsbildung werden die Eingangssignale A, B und der negierte Impuls \bar{A} der Takterzeugungstufe das Richtungssignal E zugeleitet. Die Takterzeugungstufe TE zugeführt. Außerdem wird der Takterzeugungstufe TE besteht vorzugsweise aus nachfolgend angegebenen Gliedern: Äquivalenzglied 7, RS-Trigger 10 und, dem Setz- bzw. Rücksetzeingang vorgeschaltete, UND-Glieder 8 bzw. 9. An die Takterzeugungstufe TE ist ein Flankendiskriminator FD angeschlossen. Der Flankendiskriminator FD besteht vorzugsweise aus der dargestellten Verknüpfung von D-Trigger 11 und Antivalenz 12. Der Ausgang K des Flankendiskriminators FD ist mit dem Takteingang C des Vor-/Rückwärts-Digitalzählers 13 verbunden. Außerdem liegt am Zählereingang V/R das Richtungssignal E des Richtungsdiskriminators RD an.

Die Wirkungsweise vom Verfahren soll nachfolgend mittels dieser realisierten Schaltungsanordnung näher erläutert werden:

Die den Eingängen A bzw. B zugeleiteten Impulsfolgen der Eingangsspannungssignale U_1 bzw. U_2 werden vorzugsweise von induktiven Initiatoren, z. B. Schlitzinitiatoren und einer Zahnscheibe für rotierende Bewegungen oder einer Zahnleiste für translatorische Bewegungen und jeweils einem nicht dargestellten Trigger bereitgestellt. Die Teilung der Zahnscheibe bestimmt dabei in Verbindung mit dem Übersetzungsverhältnis die Genauigkeit der digital-inkrementalen Wegmessung. Die Schlitzinitiatoren für die Eingangsspannungssignale U_1 und U_2 sind zur Richtungserkennung um etwa 90° el. versetzt angeordnet. Die Exaktheit dieser Versetzung ist durch die gewählte nachfolgende Logikschaltung unkritisch. Zur Vermeidung galvanisch eingekoppelter Störungen erfolgt der Anschluß der digitalen Eingangsspannungssignale U_1 und U_2 vorzugsweise über Optokoppler an die Eingänge A bzw. B der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung. Vereinbarungsgemäß soll für die Vorwärtsrichtung das Eingangsspannungssignal U_2 dem Eingangsspannungssignal U_1 zeitlich voreilen. Der Richtungsdiskriminator RD ist mit dem RS-Trigger 6 aufgebaut, in deren Setzleitung der D-Trigger 2 mit einer nachgeschalteten Impulsverkürzung, beispielsweise einem Monoflop 4, geschaltet ist und in deren Rücksetzleitung analog dazu der D-Trigger 3 und das Monoflop 5 (Impulsverkürzung) liegen.

In Figur 2 ist die Wirkungsweise der Schaltungsanordnung anhand von Impulsdigrammen dargestellt. Trifft die L/H-Flanke des Eingangssignals A am Takteingang des D-Triggers 2 auf ein H-Signal vom Eingang B am D-Eingang, so wird der Ausgang C des D-Triggers 2 auf H geschaltet und über das Monoflop 4 der RS-Trigger 6 gesetzt. Mit dem H-Signal am Ausgang des RS-Triggers E wird die Richtung „vorwärts“ erkannt. Damit liegt durch die Speichereigenschaften des RS-Triggers 6 ein sicheres statisches Richtungssignal vor.

Bereits mit dieser einfachen Schaltungsanordnung kann somit eine einfache, störsichere Richtungserkennung erfolgen.

Die Belegung am D-Trigger 2 bleibt solange erhalten, bis sich die Phasenlage vom Eingangsspannungssignal U_1 zum Eingangsspannungssignal U_2 ändert. Trifft die L/H-Flanke des A-Signals am Takteingang des D-Triggers 2 auf ein L-Signal vom Eingang B am D-Eingang, schaltet der Ausgang C auf L. Bereits 180° el. früher trifft bei Richtungsumkehr an den Takteingang des D-Triggers 3 eine L/H-Flanke auf ein H-Signal vom Eingang B am D-Eingang und der D-Trigger 3 schaltet am Ausgang D auf H-Signal. Damit wird die Richtung „rückwärts“ erkannt, Ausgang E des RS-Triggers 6 schaltet als statisches Signal auf L und kann für Steuerungszwecke zusätzlich verwendet werden.

Die Bereitstellung der Zählimpulse erfolgt in den parallelen Stufen Takterzeugung TE und Flankendiskriminator FD. Zur Bildung der Signale G als Setzsignal und H als Rücksetzsignal werden den Gliedern der Position 7, 8 und 9 die Signale A und B zugeführt. Mit Hilfe des Äquivalenzgliedes 7 wird aus den Signalen B und E die Funktion F am Ausgang des Äquivalenzgliedes 7 gebildet. Die Signale A und F sind am Ausgang des UND-Gliedes 8 zum Setzsignal G verknüpft. Das Rücksetzsignal H liegt am Ausgang des UND-Gliedes 9 an, wobei am Eingang \bar{A} und am negierten Eingang F anliegt. Die statischen Setz- bzw. Rücksetzglieder G und H bewirken in der dargestellten erfindungsgemäßen Verknüpfung in Verbindung mit dem RS-Trigger 10 folgendes (Figur 2):

Kommt es infolge mechanischen Spiels beim Anhalten der bewegten Maschinenteile zum mehrmaligen Ein- und Auslaufen eines Zahns der Zahnscheibe in den Bereich der Initiator-Triggerschwelle, so liegt z. B. eine L/H-Flanke vom Eingang A in Phase mit einer H-Flanke von Eingang B mehrmals an, obwohl sich die Zahnscheibe nur um etwa 10° bis max. 90° el. vor- und zurückbewegt hat (= Fall A1, bzw. A2 in Figur 2).

Es liegt dann ein sogenanntes „Prellen“ oder „Flattern“ eines Eingangssignals vor. In den bisher bekannten Meßsystemen würde dieses „Prellen“ mit Fehlzählungen beantwortet werden. Beim erfindungsgemäßen Verfahren gelangen diese Fehlimpulse jedoch nur über die UND-Glieder 8 bzw. 9 auf einen Eingang S oder R des RS-Triggers 10. Da sich der andere Eingang R oder S infolge der oben genannten Signalverknüpfungen mit nichtnegiertem oder negiertem Signal F:

$$G = A \times F$$

$$\text{und } H = \bar{A} \times F$$

nicht gleichzeitig ändern kann, kommt das sogenannte „Prellen“ am Ausgang der Takterzeugung TE (Signal I) nicht zur Wirkung.

„Prellt“ im anderen Fall (B1 bzw. B2, B3 in Figur 2) das Signal B bei Konstanz von Signal A innerhalb eines Inkrementes, so kommen diese Fehlimpulse auch nur in G oder H zur Wirkung, da eine gleichzeitige Änderung von G und H durch die Verknüpfung von F mit A bzw. \bar{F} mit \bar{A} ausgeschlossen ist.

Zur endgültigen Bereitstellung der Taktsignale K für den Zähleringang C des V/R-Zählers 13 wird der Takterzeugungsstufe TE der Flankendiskriminator FD nachgeschaltet. Mit Hilfe des Antivalenzgliedes 12 und einer Rückkopplung über den D-Trigger 11 wird bei jedem Flankenwechsel von Signal I ein kurzes Taktsignal für den nachfolgenden Zähler abgeleitet. Voraussetzung dazu ist jedoch das erfindungsgemäß bereitgestellte, statisch stabile, Taktsignal I. Zusammen mit dem statischen Richtungssignal E werden die inkrementalen Wegimpulse im Vor-/Rückwärtszähler 13 gezählt. Infolge fehlender analoger Glieder und der Zweifach-Auswertung der Impulse liegt die maximale Zählfrequenz der Schaltungsanordnung bei etwa 0,2... 10MHz (je nach Schaltgeschwindigkeit der gewählten Bauelemente).

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt in der Beseitigung von Falschzählungen beim Anhalten und bei der Richtungsumkehr des zu erfassenden Maschinenteils. Dabei wird durch den Verzicht auf analoge Bauelemente und infolge der Zweifachauswertung des Eingangssignals A eine hohe Genauigkeit bei Auswertung einer konstanten Anzahl von Wegimpulsen bzw. eine Erhöhung der Positioniergeschwindigkeit des Wegmeßsystems erreicht.

Darüber hinaus wird durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung eine hohe Störsicherheit gegenüber Schwankungen bei der Überlappung der Signalfanken (90° el.), gegenüber Schwankungen des Puls-Pausen-Verhältnisses, eine relativ hohe Frequenzunabhängigkeit und eine hohe Störsicherheit gegenüber elektromagnetischen Einkopplungen erreicht. Die erstgenannte Störsicherheit wird durch das erfindungsgemäße Verfahren erreicht. Die Störsicherheit gegenüber elektromagnetischen Einkopplungen wird durch die galvanische Trennung der Eingänge mit Hilfe von Optokopplern und durch die Anwendung von RS-Triggern im Richtungsdiskriminator RD und der Takterzeugungsstufe TE erreicht.

Weitere Vorteile sind die relativ geringe Anzahl von fünf interierten Schaltkreisen, die Verwendung von nur zwei geschirmten Übertragungsleitungen für die Eingangssignale sowie die im wesentlichen zeitunabhängige Erfassung und Verarbeitung ohne Verwendung eines Taktgenerators. Vorteilhaft ist auch die Erzeugung des statischen Richtungssignals E vor dem phasenrichtigen Erkennen jeder neuen Zählflanke bei jeder Richtungsumkehr.

Für die Anwendung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung in Verbindung mit Vor-/Rückwärtszählern, die bewertete Takteingänge für die Vor- und Rückwärtsrichtung besitzen, wird gemäß Figur 3 mit Hilfe der UND-Glieder 14 und 15 eine Verknüpfung von Richtungssignal E bzw. \bar{E} und Taktsignal K vorgenommen. Die Ausgänge der UND-Glieder werden dann mit den Zähleringängen CU (clock up) für die Vorwärtsrichtung und CD (clock down) für die Rückwärtsrichtung des Vor-/Rückwärtszählers 16 verbunden (Figur 3).

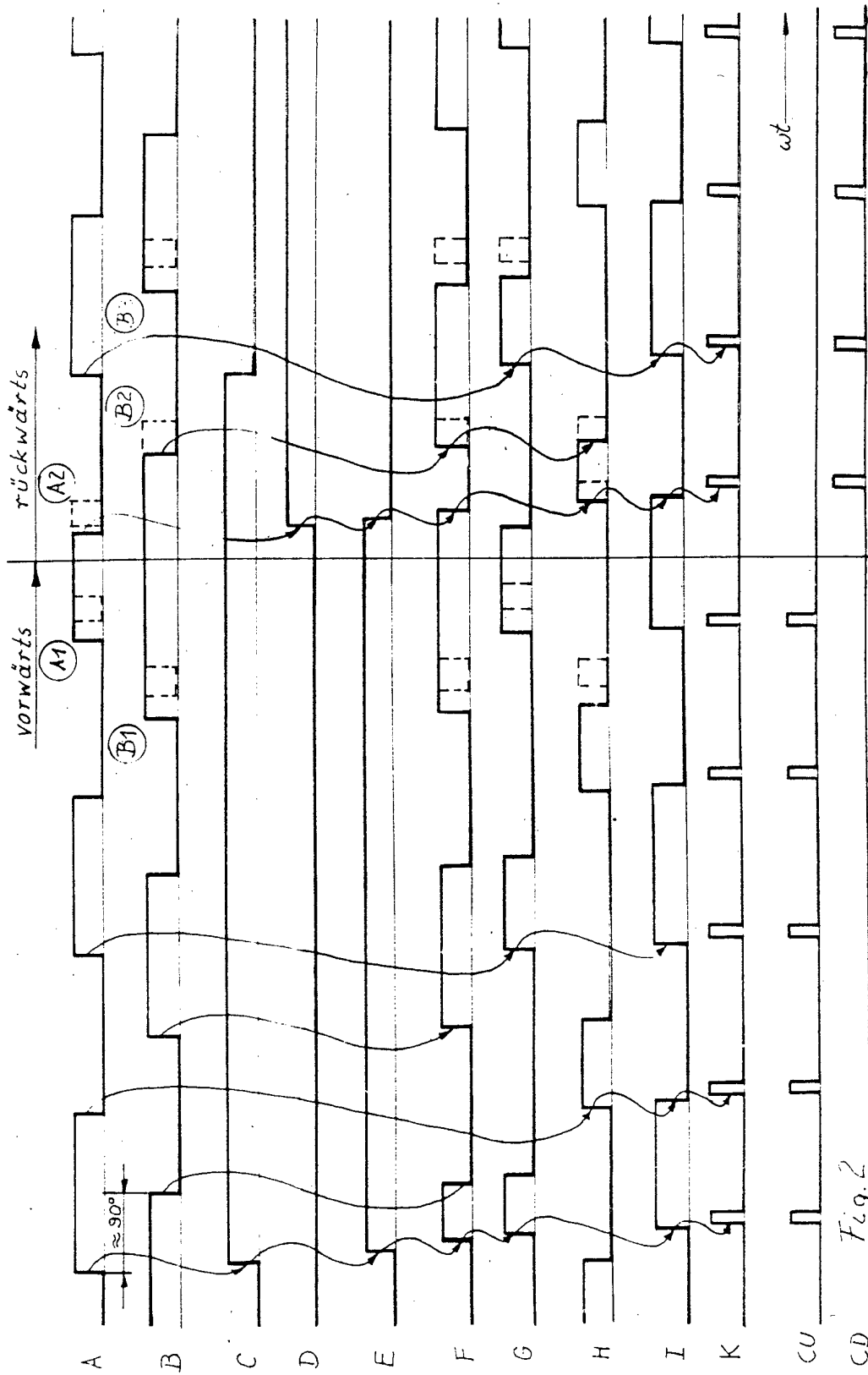


Fig. 2

47

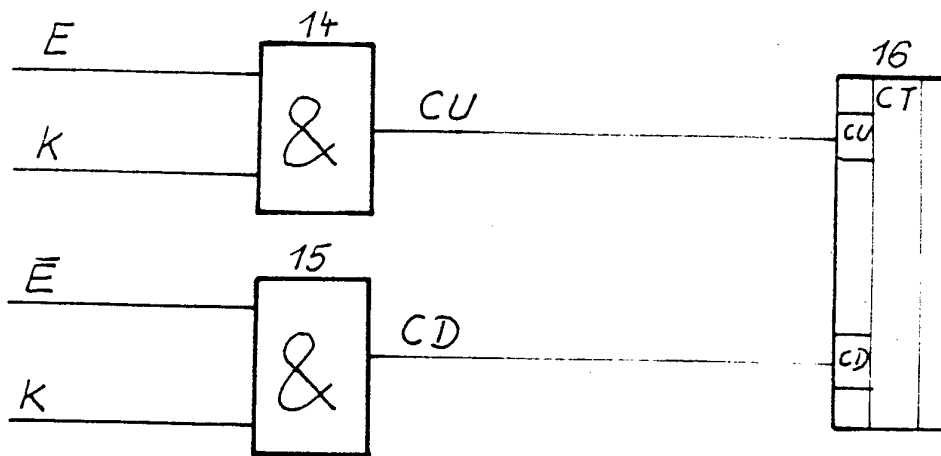


Fig. 3