



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

208 251

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) G 05 B 19/21

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 05 B/ 2357 262 (22) 14.12.81 (44) 28.03.84

(71) KOMBINAT VEB LOKOMOTIVBAU-ELEKTROTECHNISCHE WERKE "HANS BEIMLER", HENNINGSDORF, DD  
(72) HORNIG, GUNTER, DR.-ING.; DD;  
(73) siehe (72)  
(74) KOMB. VEB LEW "H. BEIMLER" PATENTABTEILUNG 1422 HENNINGSDORF EWALD-VOIGT-PLATZ 1

(54) VERFAHREN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR DIGITAL-INKREMENTALEN WEGMESSUNG

(57) Verfahren und Schaltungsanordnung zur digital-inkrementalen Wegmessung, vorzugsweise zur Positionierung und/oder Anzeige translatorisch oder rotatorisch bewegter Maschinenteile. Die erfindungsgemäße Lösung soll mit geringem technischen 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 in bekannter Weise verzögert und mit dem Richtungssignal „Vorwärts“ und dessen negiertem Signal so verknüpft werden, daß eine Verdopplung der einlaufenden Impulsfrequenz erfolgt und daß anschließend eine Symmetrierung durch Frequenzteilung vorgenommen wird. Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in Manipulatoren, technologische Einrichtungen oder Beschickungseinrichtungen erfolgen. Zum besseren Verständnis ist die Zeichnung der Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens zugrunde zu legen. Figur



Wirtschaftspatent

Ertailt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

208 251

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) G 05 B 19/21

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 05 B/ 2357 262

(22) 14.12.81

(44) 28.03.84

(71) KOMBINAT VEB LOKOMOTIVBAU-ELEKTROTECHNISCHE WERKE "HANS BEIMLER", HENNIGSDORF, DD  
(72) HORNIG, GUNTER, DR.-ING.;DD;  
(73) siehe (72)  
(74) KOMB. VEB LEW "H. BEIMLER" PATENTABTEILUNG 1422 HENNIGSDORF EWALD-VOIGT-PLATZ 1

(54) VERFAHREN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR DIGITAL-INKREMENTALEN WEGMESSUNG

(57) Verfahren und Schaltungsanordnung zur digital-inkrementalen Wegmessung, vorzugsweise zur Positionierung und/oder Anzeige translatorisch oder rotatorisch bewegter Maschinenteile. Die erfindungsgemäße Lösung soll mit geringem technischen 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 in bekannter Weise verzögert und mit dem Richtungssignal „Vorwärts“ und dessen negiertem Signal so verknüpft werden, daß eine Verdopplung der einlaufenden Impulsfrequenz erfolgt und daß anschließend eine Symmetrierung durch Frequenzteilung vorgenommen wird. Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in Manipulatoren, technologische Einrichtungen oder Beschickungseinrichtungen erfolgen. Zum besseren Verständnis ist die Zeichnung der Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens zugrunde zu legen. Figur

Zur PS Nr. 208 251.....

ist eine Zweitschrift erschienen.

(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs. 1 d. Änd.Ges.z.Pat.Ges.)

**Titel der Erfindung**

**Verfahren und Schaltungsanordnung zur digital-inkrementalen Wegmessung**

**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 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 Zähleinrichtung sowohl die Bildung von Richtungsentscheidungssignalen, getrennt für die Bewegung "vorwärts" oder "rückwärts", als auch von Zählimpulsen. Zur richtungsabhängigen Zählung werden zwei um  $90^\circ$  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 80 465).

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 Arbeitszykluses 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 Richtungsentscheidungsimpulse als Impulse mit Arbeitsfrequenz

(vgl. Zeitschrift -rfe- 29 (1980), Heft 12, Seite 813; DD-PS 93 640; DD-PS 114 988)

oder als statische Richtungsimpulse

(vgl. Zeitschrift Elektronik-Anzeiger 12 (1980), Heft 3, Seite 25-28; DD-PS 116 501) ausgegeben. 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. Getriebelose, Ketten- oder Kupplungsspiel) Fehlimpulse beim Anhalten oder Vorrücken ausgegeben werden können. Deshalb sind diese Meßsysteme ungeeignet für Maschinensysteme geringerer Genauigkeit unter robusten Arbeitsbedingungen.

Weiter 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.

Des weiteren ist aus der DE-OS 30 13 334 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, 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 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 Rechteckimpulsfolgen der Eingangssignale in bekannter Weise verzögert und mit dem Richtungssignal "Vorwärts" und dessen negiertem Signal so verknüpft werden, daß eine Verdopplung der einlaufenden Impulsfrequenz erfolgt und daß anschließend eine Symmetrierung durch Frequenzteilung vorgenommen wird. Die Bildung der richtungsabhängigen Zählimpulse kann dabei vorzugsweise durch Verkürzung der erzeugten Impulse und einer Überlagerung mit dem entsprechenden Richtungsimpuls erfolgen.

Die Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens besteht dabei erfindungsgemäß darin, daß die Eingangssignale im parallel angeordnetem Vergleichskreis derart bewertet werden, daß über an sich bekannte Verzögerungsstufen Signale gebildet werden, die einem Impulsverdoppler zugeführt werden, der gleichzeitig ein Richtungssignal "Vorwärts" und dessen negiertes Signal erhält. Nachfolgend werden die Ausgangssignale des Impulsverdopplers einem als RS-Flip-Flop ausgebildetem Impulsteiler zugeführt, wobei das gebildete bzw. negierte Zählsignal das Eingangssignal für an sich bekannte Impulsverstärkerstufen bildet. Die Ausgangssignale dieser Impulsverstärkerstufen bilden die zusätzlichen Eingangssignale von NAND-Gliedern, wobei die Richtungssignale "Vorwärts" und "Rückwärts" des Richtungsdiskriminators das andere Eingangssignal für das jeweilige NAND-Glied ist und deren Ausgangssignale die Eingangssignale für die getrennten Eingänge des Vor-/Rückwärts-Digitalzählers darstellen. Zur Richtungsimpulsbildung wird der Richtungsdiskriminator vorzugsweise aus einem D-Flip-Flop gebildet.

#### Ausführungsbeispiel

In der Zeichnung ist in einem Prinzipschaltbild die zum erfindungsgemäßen Verfahren notwendige Schaltungsanordnung in Form von Blöcken dargestellt. Die beiden Rechteckimpulsfolgen kommen als Eingangsspannungssignal  $U_1$  am Eingang A und als Eingangsspannungssignal  $U_2$  etwa  $90^\circ$  phasenverschoben am Eingang B an und werden dem Richtungsdiskriminator RD zugeführt. Den Richtungsdiskriminator RD bilden die taktflankengetriggerten D-Flip-Flops RD' und RD". Außerdem wird das Eingangsspannungssignal  $U_1$  vom Ausgang des Negators 1 dem Richtungsdiskriminator RD zugeleitet. Am Ausgang von Richtungsdiskriminator RD liegen die Richtungssignale V und R an. Parallel zur Richtungsbildung werden die Eingangsimpulse A und B mit der Verzögerungsstufe VZ; VZ' verbunden. Ausgangsseitig ist die Verzögerungsstufe VZ bzw. VZ' mit verzögertem Signal A' bzw. B' mit dem Impulsverdoppler IV

verkoppelt. Der Impulsverdoppler IV besteht vorzugsweise aus den angegebenen zehn NAND-Gliedern. Außerdem werden das Richtungssignal V und das am Negator 2 anliegende Signal  $\bar{V}$  dem Impulsverdoppler IV zugeführt. An den Impulsverdoppler IV ist ein Impulsteiler IT angeschlossen, dessen Ausgangssignale, das Zählsignal  $Q_{ZI}$  und das negierte Zählsignal  $Q_{ZI}'$ , mit den Impulsverkürzerstufen IK; IK' gekoppelt sind. Die Ausgänge vom Impulsverkürzer IK werden wiederum jeweils an den Eingang eines NAND-Gliedes 3 bzw. 4 angeschlossen. Am zweiten Eingang des NAND-Gliedes 3 liegt das Richtungssignal "Vorwärts", am zweiten Eingang des NAND-Gliedes 4 liegt ein Richtungssignal "Rückwärts" an. Der Ausgang des NAND-Gliedes 3 wird mit dem Zähleingang ZV für die Vorwärtsrichtung, Ausgang des NAND-Gliedes 4 mit dem Zähleingang ZR für die Rückwärtsrichtung eines Vor-/Rückwärts-Digitalzählers V/R-Z verbunden.

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-intermentalen Wegmessung. Die Schlitzinitiatoren für die Eingangsspannungssignale  $U_1$  und  $U_2$  sind zur Richtungserkennung um etwa  $90^\circ$  el. oder  $180^\circ - 90^\circ$  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 die 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 beispielsweise aus zwei Flip-Flop-Bausteinen RD' und RD'' aufgebaut und wird wie folgt mit Signalen belegt:

Trifft die L/H-Flanke des Signals A am Takteingang des ersten Flip-Flop auf ein H-Signal vom Eingang B am D-Eingang des Flip-Flop, so wird die Richtung "vorwärts" erkannt und an V liegt H-Signal, d. h. an  $\bar{V}$  somit L-Signal.

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

Die Belegung am ersten Flip-Flop 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 ersten Flip-Flop auf ein L-Signal von B am D-Eingang des ersten Flip-Flop, schaltet der Ausgang V auf L. Bereits  $180^\circ$ el. früher trifft bei Richtungsumkehr an den Takteingang des zweiten Flip-Flop eine L/H-Flanke auf ein H-Signal von B am D-Eingang und der zweite Flip-Flop schaltet am Ausgang R auf H-Signal, damit wird die Richtung "rückwärts" erkannt und kann als statisches Signal zusammen mit dem elektrischen Signal V für nachfolgende Soll/Istwertvergleiche verwendet werden.

Zur Bildung der Zählimpulse werden die Signale A und B verzögert und gelangen als verzögertes Eingangssignal A' bzw. B' an die negierten NAND-Glieder des Impulsverdopplers IV. Durch die Verzögerung, die etwa die 1,5fache Schaltzeit des ersten bzw. zweiten Flip-Flops betragen sollte, wird erreicht, daß immer das richtige Richtungssignal zeitlich vor dem zu bildenden Zählsignal anliegt. Mit Hilfe dieser NAND-Glieder werden die verzögerten Eingangssignale A'; B' sowie ihre negierten Signale mit den Richtungssignalen V,  $\bar{V}$  in einer derartigen Weise verknüpft, daß richtungsabhängige Signale zur jeweiligen L/H- und H/L-Flanke der verzögerten Eingangssignale A' bzw. B' gebildet werden.

Die Ausgangssignale der negierten NAND-Glieder werden danach durch die im Impulsverdoppler IV enthaltenen NAND-Glieder summiert.

Die Ausgangs-NAND-Glieder des Impulsverdopplers IV weisen dann eine asymmetrische Folge von Signalen der doppelten Impulsfrequenz der Signale der Eingänge A bzw. B auf. Mit diesen Signalen werden der Setz- bzw. der Rücksetzeingang S bzw. R eines im Impulsteiler IT enthaltenen RS-Flip-Flops beaufschlagt. Mit diesem Flip-Flop wird eine Frequenzteilung 2:1 und gleichzeitig eine Symmetrierung der verdoppelten Impulse erreicht. Mit diesem Verfahren der Verdopplung und anschließenden Frequenzteilung wird aber vor allem folgendes bewirkt:

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 von A in Phase mit einer H-Flanke von B mehrmals an, obwohl sich die Zahnscheibe nur um etwa  $10^\circ$  bis  $20^\circ$  el. vor- und zurückbewegt hat. Es liegt dann ein sogenanntes "Prelen" oder "Flattern" eines Eingangssignals vor. In den bisher bekannten Meßsystemen würde dieses "Prelen" mit Fehlzählungen beantwortet werden. Beim erfindungsgemäßen Verfahren gelangen diese Fehlimpulse jedoch nur auf einen Eingang S oder R des Flip-Flops und werden dort nicht weiter verarbeitet, weil sich der um  $90^\circ$  el. phasenverschobene Eingang nicht geändert hat.

Zur weiteren Aufbereitung des Zählsignals  $Q_{ZI}$  an die Besonderheiten der Eingänge des anzusteuernenden Vor-/Rückwärts-Digitalzählers V/R-Z werden getrennte Signale für die Vor- und Rückwärtsrichtung gebildet. Das Zählsignal  $Q_{ZI}$  und das negierte Zählsignal  $\overline{Q_{ZI}}$  werden jeweils verkürzt, da der Vor-/Rückwärts-Digitalzähler V/R-Z ausgehend vom H-Signal im Ruhezustand nur jede L/H-Flanke zählt. Die Verkürzung erfolgt dabei in bekannter Weise über Impulsverkürzer IK; IK', wobei gleichzeitig eine Verkoppelung des Zählsignals  $Q_{ZI}$  mit dem negierten Zählsignal  $\overline{Q_{ZI}}$  erfolgt. Der verkürzte Impuls sollte vor-

zugsweise etwa die 2...5fache Länge der notwendigen Mindestimpulslänge für den Vor-/Rückwärts-Digitalzähler V/R-Z haben. Verknüpft mit dem statischen Richtungssignal V bzw. R über die NAND-Glieder 3 bzw. 4 werden die nach Richtungen getrennt aufbereiteten Zählimpulse auf die Zählgänge ZV bzw. ZR des Vor-/Rückwärts-Digitalzählers geschaltet. In Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der gewählten Bauelementereihe liegt die maximale Zählfrequenz dieser Schaltungsanordnung bei 100...1000 kHz. Der wesentlichste Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt in der Beseitigung von Falschzählungen beim Anhalten und bei der Richtungs- umkehr des zu erfassenden Maschinenteils. Darüber hinaus wird durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung eine hohe Störsicherheit gegenüber Schwankungen bei der Überlap- tung der Signalflanken ( $\approx 90^\circ$  el.), gegenüber Schwankungen des Puls-Pausen-Verhältnisses, eine relativ hohe Frequenz- unabhängigkeit und eine hohe Störsicherheit gegenüber elek- tromagnetischen Einkopplungen erreicht. Die erstgenannte Störsicherheit wird durch das erfindungsgemäße Verfahren erreicht. Die Störsicherheit gegenüber elektromagnetischen Einkopplungen wird durch die galvanische Trennung der Ein- gänge mit Hilfe von Optokoppler und durch die Anwendung von D-Flip-Flops im Richtungsdiskriminator RD sowie der RC- Glieder in den aus NAND-Gliedern aufgebauten Verzögerungs- stufen erreicht. Die D-Flip-Flops sind nur im schmalen Bereich von etwa 20 ns z. Zt. der Schaltflanke gegenüber Störungen empfindlich. Weitere Vorteile sind die relativ geringe Anzahl von 7 integrierten Schaltkreisen, die Verwen- dung von nur 2 geschirmten ubertragungsleitungen für die Eingangssignale sowie die im wesentlichen zeitunabhängige Erfassung und Verarbeitung ohne Verwendung eines Taktgene- rators. Vorteilhaft ist auch die Erzeugung des statischen Richtungssignals vor dem phasenrichtigen Erkennen jeder neuen Zahlflanke bei jeder Richtungs- umkehr.

### Erfindungsansprüche

1. Verfahren und Schaltungsanordnung 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  $90^\circ$  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 Rechteckimpulsfolgen der Eingangssignale in bekannter Weise verzögert und mit dem Richtungssignal "Vorwärts" und dessen negiertem Signal so verknüpft werden, daß eine Verdopplung der einlaufenden Impulsfrequenz erfolgt und daß anschließend eine Symmetrierung durch Frequenzteilung vorgenommen wird.
2. Verfahren und Schaltungsanordnung zur digital-inkrementalen Wegmessung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Bildung richtungsabhängiger Zählimpulse durch Verkürzung der erzeugten Impulse und eine Überlagerung mit dem entsprechenden Richtungsimpuls erfolgt.
3. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach den Punkten 1 und 2, wobei die zwei um  $90^\circ$  el. phasenverschobene digitale Rechteckimpulsfolgen mittels induktiver Initiatoren erzeugt und über Optokoppler als Eingangssignale einem Richtungsdiskriminator zur Erkennung der Bewegungsrichtung zugeführt werden und seine Ausgangs-

signale einem mit getrennten Zähleringängen aufgebauten Vor-/Rückwärts-Digitalzähler zugeführt werden und zur Vermeidung von Fehl-Zählpulsen parallel angeordnetem elektronischen Vergleichskreis, gekennzeichnet dadurch, daß die Eingangssignale der Eingänge (A; B) im parallel zur Richtungssignalerkennung angeordnetem Vergleichskreis (VZ; IV; IT; IK) derart bewertet werden, daß über eine an sich bekannte Verzögerungsstufe (VZ und VZ') ein Signal (A' und B') gebildet wird, die einem Impulsverdoppler (IV) zugeführt werden, der gleichzeitig ein Richtungssignal "Vorwärts" (V) und dessen negiertes Signal ( $\bar{V}$ ) erhält und daß die Ausgangssignale des Impulsverdopplers (IV) einem als RS-Flip-Flop ausgebildeten Impulsteiler (IT) zugeführt werden, wobei das gebildete Zählsignal (QZ) bzw. negierte Zählsignal ( $\bar{QZ}$ ) das Eingangssignal für eine an sich bekannte Impulsverkürzstufe (IK bzw. IK') bildet, deren Ausgangssignale die zusätzlichen Eingangssignale von NAND-Gliedern (3 bzw. 4) bilden, wobei die Richtungssignale "Vorwärts" und "Rückwärts" des Richtungsdiskriminators (RD) die anderen Eingangssignale der NAND-Glieder (3 bzw. 4) bilden, deren Ausgangssignale den getrennten Eingängen des Vor-/Rückwärts-Digitalzählers (V/R-Z) zugeführt werden.

4. Schaltungsanordnung nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß zur Richtungsimpulsbildung der Richtungsdiskriminator (RD) aus einem D-Flip-Flop (RD') gebildet wird.

Hierzu ein Blatt Zeichnung

