



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

(19) **DD** (11) **228 374 B1**

4(51) G 05 B 19/403
B 25 J 9/18

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP G 05 B / 267 586 1

(22) 25.09.84

(45) 24.02.88

(44) 09.10.85

(71) VEB Numerik „Karl Marx“ Karl-Marx-Stadt, Bornaer Straße 205, Karl-Marx-Stadt, 9084, DD

(72) Herzel, Thomas, Dr.-Ing. Dipl.-Phys., DD

(54) **Schaltungsanordnung zur Führungsgrößenberechnung in numerischen Bahnsteuerungen**

Patentansprüche:

1. Schaltungsanordnung zur Führungsgrößenberechnung in numerischen Bahnsteuerungen, vorzugsweise für Handhabungsgeräte, mit einer für eine Bewegungsbahn Stützpunktkoordinatenwerte vorgebenden Recheneinheit und nachgeschaltetem Grobinterpolator für Segmente von Kurven höherer Ordnung und daran angeschlossenem lineare Feininterpolator, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Recheneinheit (Y) zur segmentweisen Ermittlung von Stützpunktkoordinatenwerten für jede Bewegungsachse (W 1 bis W 3) mindestens zwei Koeffizientenausgänge (1.1 bis 3.n) aufweist, die folgegemaß jeweils mit einem Eingang einer Stufe (Z 1 bis Z n) des, entsprechend der Anzahl der Koeffizientenausgänge (1.1 bis 3.n) kaskadierten, Grobinterpolators (G 1) verbunden sind, und daß diese Stufen (Z 1 bis Z n) des Grobinterpolators (G 1) an einer gemeinsamen Übernahmetaktleitung (LTG) und an eine gemeinsame, höherfrequenzere Rechentaktleitung (LDG) angeschlossen sind und der Ausgang der letzten Stufe (Z n) des Grobinterpolators (G 1) an den Sollwerteingang des Feininterpolators (FI) geführt ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Stufe (Z 1 bis Z n) des Grobinterpolators (G 1) ein Rechenregister (R) beinhaltet, auf dessen Übernahmeaufrufeingang die Übernahmetaktleitung (LTG) und auf dessen Übernahmeeingang der jeweils zugeordnete Koeffizientenausgang (1.1 bis 3.n) der Recheneinheit (Y) geführt ist und dessen Ausgang an den ersten Eingang des Addierwerkes (A), dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang eines Multiplizierwerkes (M) verbunden ist, angeschlossen ist, und daß der zweite Eingang des Multiplizierwerkes (M) an die Übernahmetaktleitung (LDG) angeschlossen ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der als Linearinterpolator ausgebildete Feininterpolator (FI) aus einem, an den Grobinterpolator (G 1) angeschlossen, mit einem Aufrufeingang an eine, gegenüber dem Übernahmetakt (LTG) der Rechenregister (R) des Grobinterpolators (G 1) höherfrequenzere Taktimpulsquelle (C 1, LTC) verbundenen Übernahmeregister (R 3) besteht, dessen Ausgang mit einem Eingang eines ersten Addierwerkes (A 1) und über ein, mit seinem Aufrufeingang an die gleiche Taktimpulsquelle (C 1; LTC) wie das Übernahmeregister (R 3), angeschlossen, Rechenregister (R 2) mit dessen zweitem Eingang, der mit einem Eingang eines zweiten Addierwerkes (A 2) gekoppelt ist, verbunden ist, und daß der Ausgang des ersten Addierwerkes (A 1) auf einen Eingang eines Multiplizierwerkes (M 1), das mit seinem zweiten Eingang an eine, gegenüber dem Übernahmetakt der Register (R 2/R 3) höherfrequenzere, Taktimpulsquelle angeschlossen ist und dessen Ausgang auf den zweiten Eingang des zweiten, die Führungsgröße ausgebenden, Addierwerkes (A 2) geführt ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur interpolierenden Führungsgrößenberechnung in Abhängigkeit von Stützpunktwerten für Raumkurven, insbesondere für numerische Steuerungen von Be- und Verarbeitungsmaschinen und Geräten der Handhabetechnik.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, in numerischen Bahnsteuerungen die Führungsgröße für den Lageregelkreis durch Grob- und Feininterpolationsschritte zu erzeugen. Bei Rechnersteuerungen werden dem Grobinterpolator die Koordinatenwerte von auf der im Programm vorgesehenen Bewegungsbahn liegenden Stützpunkten vorgegeben, der daraus, je nach seiner Ausgestaltung, Zwischenwerte eines Kurvenverlaufes, beispielsweise die Koordinaten von Kreissegmenten, ermittelt. Die Abstände zwischen diesen Werten werden durch eine Feininterpolation, bei der ein linearer Verlauf eine ausreichende Genauigkeit der Bewegung gewährleistet, weiter unterteilt, und das Ergebnis wird als digitaler Sollwert dem Lageregelkreis der gesteuerten Maschine vorgegeben (DE-OS 21 46 627).

Der Nachteil dieser bekannten Lösung besteht darin, daß die von dem Rechner vorgegebenen Stützpunktkoordinaten bei ausreichender Bahngenauigkeit in verhältnismäßig dichter Folge an den Grobinterpolator ausgegeben werden müssen. Dadurch wird der Rechner vorrangig für diese Aufgaben beansprucht, was letztlich dazu führt, daß mögliche Verfahrensgeschwindigkeiten durch die Rechengeschwindigkeit begrenzt werden.

Es ist weiterhin bekannt, eine geschwindigkeitsproportionale Linearinterpolation über eine Frequenzteilung mit diskret einstellbaren Teilungsverhältnissen durchzuführen (DD-WP 206 853).

Nachteilig an dieser sehr einfachen Lösung ist die Notwendigkeit einer sehr hochfrequenten Betriebsweise des Linearinterpolators, die nur in begrenztem Umfang die notwendige Bahngenauigkeit in Abhängigkeit von den Zeitabschnitten, in denen die interpolierten Sollwerte bereitgestellt werden, gewährleistet.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung bezweckt eine Führungsgrößenberechnung für numerische Bahnsteuerungen bei einer möglichst geringen, vom Rechner der Steuerung vorzugebenden, Anzahl von Stützpunkten auf der Bewegungsbahn, die eine hohe Bahngenauigkeit bei höchstmöglicher, nicht durch die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Steuerung begrenzten Bahngeschwindigkeiten ermöglicht.

Wesen der Erfindung

Zur Erreichung einer hohen Bahngenauigkeit bei großen Verfahrensgeschwindigkeiten auf numerisch gesteuerten Be- und Verarbeitungsmaschinen sowie Handhabegeräten mit möglichst wenigen, von einer Recheneinheit auf einer programmierten Bewegungsbahn dem Interpolator vorzugebenden Stützpunktkoordinatenwerten ist es Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung zur Führungsgrößenberechnung zu schaffen, die eine die Abstände zwischen den Stützpunkten in eine ausreichende Anzahl von Segmenten einer höheren Kurvenform unterteilende Grobinterpolation, zur Vervielfachung der vorzugebenden Stützpunktkoordinatenwerte, und eine für die Segmentabschnitte Zwischenwerte bildende lineare Feininterpolation durchführt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Recheneinheit zur segmentweisen Ermittlung von Stützpunktkoordinatenwerten für jede Bewegungsachse mindestens zwei Koeffizientenausgänge aufweist, die folgegemaß jeweils mit einem Eingang einer Stufe des entsprechend der Anzahl der Koeffizientenausgänge kaskadierten, Grobinterpolators verbunden sind. Diese Stufen des Grobinterpolators sind an einer gemeinsamen Übernahmetaktleitung und an eine gemeinsame, höherfrequenzere Rechentaktleitung angeschlossen. Der Ausgang der letzten Stufe des Grobinterpolators ist an den Sollwerteingang des Feininterpolators geführt. Jede Stufe des Grobinterpolators beinhaltet ein Rechenregister, auf dessen Übernahmeaufrufeingang die Übernahmetaktleitung und auf dessen Übernahmeeingang der jeweils zugeordnete Koeffizientenausgang der Recheneinheit geführt ist und dessen Ausgang an den ersten Eingang eines Addierwerkes, dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang eines Multiplizierwerkes verbunden ist, angeschlossen ist. Der zweite Eingang des Multiplizierwerkes ist an die Übernahmetaktleitung angeschlossen. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung besteht der als Linearinterpolator ausgebildete Feininterpolator aus einem, an den Grobinterpolator angeschlossen, mit einem Aufrufeingang an eine, gegenüber dem Übernahmetakt der Rechenregister des Grobinterpolators höherfrequenzere, Taktimpulsquelle verbundenen Übernahmeregister. Der Ausgang des Übernahmeregisters ist mit einem Eingang eines ersten Addierwerkes und über ein, mit seinem Aufrufeingang an die gleiche Taktimpulsquelle wie das Übernahmeregister angeschlossenes Rechenregister mit dessen zweitem Eingang, der mit einem Eingang eines zweiten Addierwerkes gekoppelt ist, verbunden. Der Ausgang des ersten Addierwerkes ist auf einen Eingang eines Multiplizierwerkes, das mit seinem zweiten Eingang an eine, gegenüber dem Übernahmetakt der Register höherfrequenzere, Taktimpulsquelle angeschlossen ist und dessen Ausgang auf den zweiten Eingang des zweiten, die Führungsgröße ausgebenden, Addierwerkes geführt. Die Recheneinheit errechnet aus extern vorgegebenen Punktdaten die Koeffizienten der Stützpunktkoordinaten für die Grobinterpolatorstufen. Der Grobinterpolator bildet daraus Segmente von Kurven höherer Ordnung, beispielsweise in Spline-Interpolation. Innerhalb dieser Kurvensegmente bildet der Feininterpolator Zwischenwerte, die als Führungsgröße der Lageregelung dienen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der dazugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild der Gesamtanordnung,

Fig. 2 das Blockschaltbild des Grob-/Feininterpolators.

In Fig. 1 sind an eine Recheneinheit y drei Interpolatoren x_1 bis x_3 , zur Führungsgrößenberechnung von drei lagegeregelten Achsantrieben w_1 bis w_3 , mit ihren Koeffizienteneingängen Ex_1 bis Ex_3 angeschlossen. Die Interpolatoren x_1 bis x_3 bestehen aus je einem Grobinterpolator GI_1 bis GI_3 und je einem Feininterpolator FI_1 bis FI_3 . An eine zentrale Taktimpulsquelle Co sind drei mehrstufige Impulsuntersetzer C_1 bis C_3 in Kaskade angeschlossen. Ein dekodierter Ausgang LDC und der Übertragsausgang des ersten Impulsuntersetzers C_1 steuern die Feininterpolatoren FI_1 bis FI_3 . Ein dekodierter Ausgang LDG und der Übertragsausgang LTG des zweiten Impulsuntersetzers C_2 steuern die Grobinterpolatoren GI_1 bis GI_3 . Dabei wird die Übernahme der zu verarbeitenden Eingabewerte durch das jeweils niederfrequenzere Signal von den Übertragsausgängen LTC , LTG ausgelöst. Die Verarbeitung dieser Eingangsgrößen erfolgt mit der höherfrequenzeren, durch Dekodierung der Parallelausgänge des betreffenden Impulsuntersetzers C_1 , C_2 gewonnenen Taktimpulse an den Ausgängen LDC , LDG . Der Übernahmetakt für die Recheneinheit y wird auf den Übertragsausgang LTD des dritten Impulsuntersetzers C_3 und deren Verarbeitungstakt wird vom Übertragsausgang des zweiten Impulsuntersetzers C_2 geliefert.

In Fig. 2 ist das Blockschaltbild eines Interpolators x dargestellt. Dieser ist in einen Grobinterpolator GI und einen Feininterpolator FI unterteilt. Der Grobinterpolator GI weist mehrere in Kaskade angeordnete Interpolationsstufen Z_1 bis Z_n auf. In jeder Interpolationsstufe Z_1 bis Z_n ist, wie für die Interpolationsstufe Z_n dargestellt, ein Register R vorgesehen, dessen Eingang En zur Übernahme der Stützpunktkoeffizienten herausgeführt ist. Ein Übernahmetakteingang des Registers R ist an den Übertragsausgang LTG des zweiten Impulsuntersetzers C_2 angeschlossen. Der Ausgang des Registers R ist auf einen Eingang eines Addierwerkes A geführt, dessen zweiter Eingang an den Ausgang des Multiplizierwerkes M angeschlossen ist. Das Multiplizierwerk M ist mit einem Eingang an den dekodierten Ausgang LDG des zweiten Impulsuntersetzers C_2 und mit seinem zweiten Eingang an den Ausgang des Addierwerkes der jeweils vorgeordneten Interpolationsstufe Z_1 bis Z_3 angeschlossen. Der Ausgang des Addierwerkes A der letzten Interpolationsstufe Z_n ist auf ein Übernahmeregister R_3 des Feininterpolators FI geführt. An den zweiten Eingang des Multiplizierwerkes der ersten Interpolationsstufe Z_1 ist der Ausgang eines jeweils ersten Registers 11 , 21 , 31 von den zu steuernden Achsen w_1 bis w_3 zugeordneten Ausgaberegisterfeldern 11 bis $1n$; 21 bis $2n$; 31 bis $3n$ der übergeordneten Recheneinheit y angeschlossen.

Im Feininterpolator FI ist der Ausgang des Übernahmeregisters R3 auf einen Eingang eines ersten Addierwerkes A1 und über ein Rechenregister R2 auf den zweiten Eingang dieses Addierwerkes A1 geführt. Gleichzeitig ist der Ausgang des Rechenregisters R2 an einen Eingang eines zweiten Addierwerkes A2 angeschlossen, dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang eines Multiplizierwerkes M1 verbunden ist. Das Multiplizierwerk M1 ist mit einem Eingang an den dekodierten Ausgang LDC des ersten Impulsuntersetzers C1 und mit seinem zweiten Eingang an den Ausgang des ersten Addierwerkes A1 angeschlossen. Das Übernahmeregister R3 ist mit seinem Übernahmeaufrufeingang mit dem Übertragsausgang LTC des ersten Impulsuntersetzers C1 verbunden. Zwischen dem Ausgang des zweiten Addierwerkes A2 und dem Ausgang des Feininterpolators FI ist ein, die Führungsgröße akkumulierendes Register R1 angeordnet.

Für die extern vorgegebenen Punktdaten werden in einer Recheneinheit Koeffizientenwerte für die Interpolationsstufen Z1 bis Zn achsweise berechnet und an Ausgaberegisterfeldern 1.1 bis 3.n bereitgestellt.

Der Inhalt jedes Registers eines Ausgaberegisterfeldes 11 bis 1n; 21 bis 2n; 31 bis 3n wird einem der Register R in den Interpolationsstufen Z1 bis Zn des Grobinterpolators GI der betreffenden Achse zugeführt. Durch den Grobinterpolator GI werden Stützpunktwerte für eine Kurvenform höherer Ordnung ermittelt und an den Feininterpolator FI ausgegeben. Zur linearen Unterteilung in Zwischenwerte, die als Führungsgröße an einen Achsantrieb w1 bis w3 ausgegeben werden, wird in dem jeweiligen Feininterpolator FI durch das Rechenregister R2, welches einen um eine Taktzeit verzögerten Sollwert des Grobinterpolators GI vom Register R3 zwischenspeichert, und dem ersten Addierwerk A1 die Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Sollwerten berechnet. In dem Multiplizierwerk M1 wird diese Differenz durch die Taktimpulse vom dekodierten Ausgang LDC der zweiten Frequenzuntersetzstufe C2 gewichtet und danach von dem zweiten Addierwerk A2 zum zwischengespeicherten Wert im Rechenregister R2 addiert. Das Ergebnis wird in dem Register R1 abgelegt. Auf diese Weise erfolgt eine Linearinterpolation zwischen den beiden, im Übernahmeregister R3 und im Rechenregister R2 gespeicherten Werten mit der Frequenz des Taktgenerators Co.

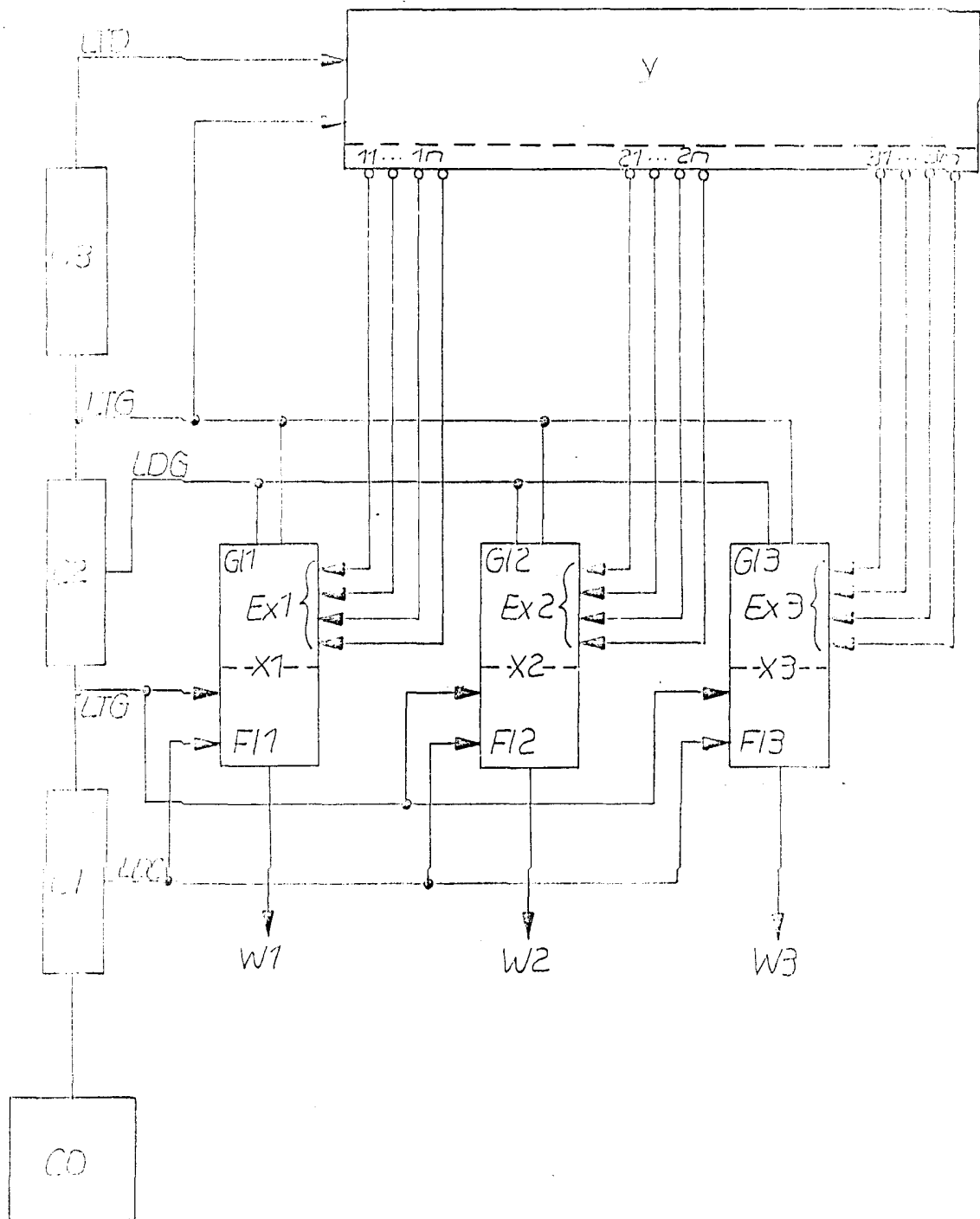


Fig. 1

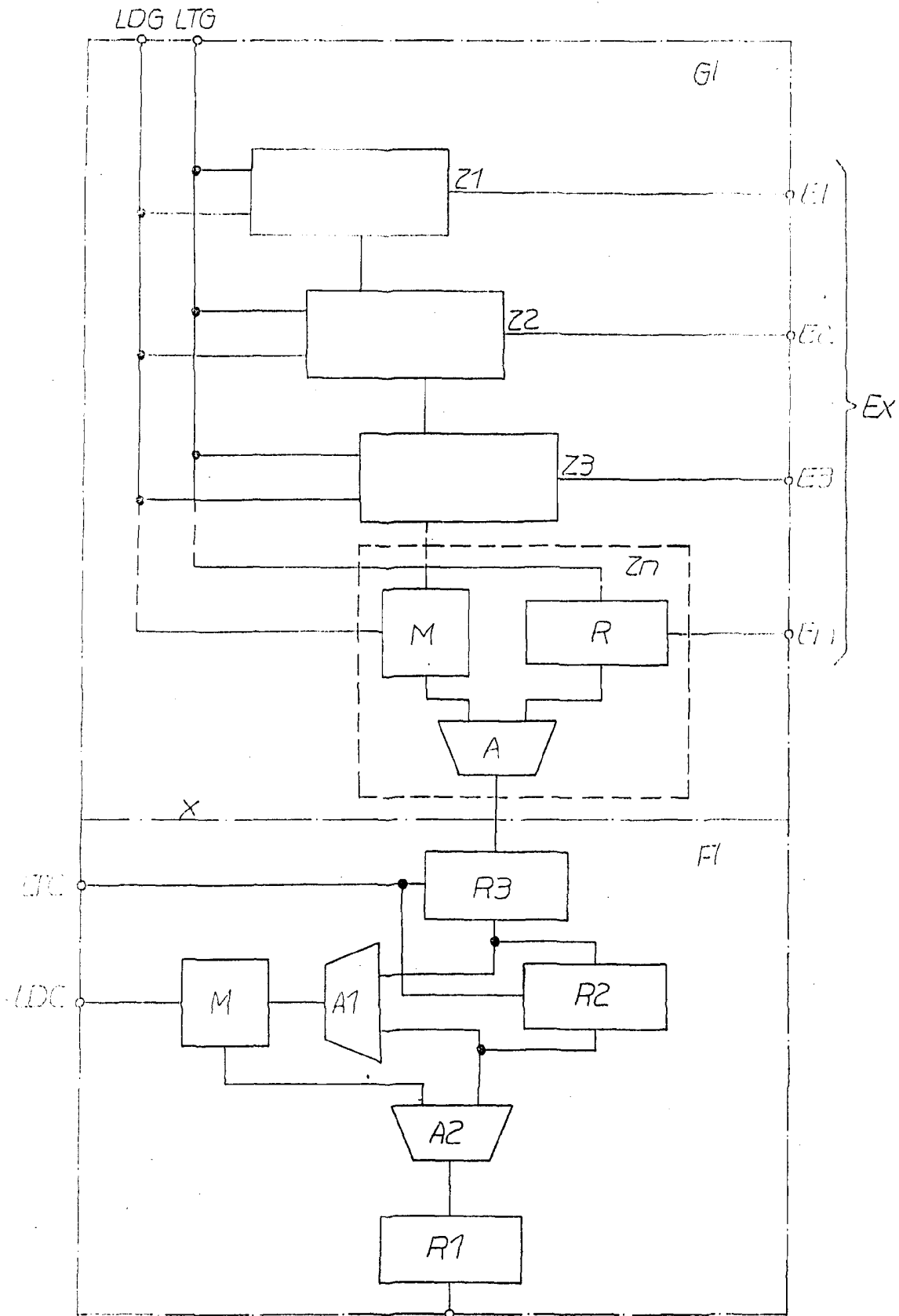


Fig. 2