



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 651 772 A5

⑤① Int. Cl.4: B 23 Q 11/04
B 23 Q 17/12

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑮① Gesuchsnummer: 3532/81

⑮② Anmeldungsdatum: 29.05.1981

⑮③ Priorität(en): 29.05.1980 JP 55-72418

⑮④ Patent erteilt: 15.10.1985

⑮⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.10.1985

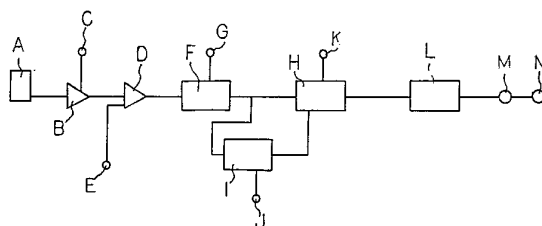
⑮⑦ Inhaber:
Shigiya Machinery Works, Ltd.,
Fukuyama-shi/Hiroshima-ken (JP)

⑮⑧ Erfinder:
Urabe, Hirokuni, Fukuyama-shi/Hiroshima-ken
(JP)

⑮⑨ Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

⑮④ Schaltungsanordnung zur Steuerung des Vorschubs aufgrund von Vibrationen und Verfahren zur Steuerung einer Werkmaschine.

⑮⑤ Mit dieser Schaltungsanordnung können ungewöhnliche Schwingungen, wie beim Auftreffen eines spannenden Werkzeugs auf das Werkstück auftreten, festgestellt und Gegenmassnahmen, wie Abschalten der Maschine oder Umschalten von einem Schnellvorschub auf den Bearbeitungsvorschub eingeleitet werden, bevor es zu Beschädigungen kommen kann. Ein Schwingquarz (A) ist über einen Vorverstärker (B) mit einem Komparator (D) verbunden. Impulsspitzen über einem einstellbaren Pegel werden einem Impulszähler (K) zugeleitet und bei Erreichen einer vorbestimmten Zahl wird ein Steuerimpuls abgegeben. Die Zeiten vom Auftreten des ersten Impulses über dem Pegel im Komparator (D) bis zur Abgabe des Steuerimpulses liegen in der Grössenordnung 2 - 3 msec.



PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltungsanordnung zur Steuerung des Vorschubes von spanenden Werkzeugen und/oder des Werkstückes aufgrund von Vibrationen, gekennzeichnet durch einen elektrischen Vibrationsdetektor (4) mit einem Fühler (A), einem Vorverstärker (B) mit einstellbarem Verstärkungsgrad, einem einstellbaren Komparator (D) zur Erzeugung und Verstärkung eines elektrischen, von einer Vibration abgeleiteten Signals (a) zum Vergleich der Amplituden desselben mit einer Spannung (b) und zur Abgabe eines Steuersignals (h) zum Verändern der Werkzeug- und/oder Werkstückbewegung.

2. Schaltungsanordnung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuersignal (h) aus dem elektrischen, von einer Vibration abgeleiteten Signal (a) mittels eines monostabilen Multivibrators (F) mit einstellbarer Impulsdauer, einem voreinstellbaren Impulszähler (K), einem Flip-Flop (L) und einem Signalverstärker (M) erzeugt wird.

3. Schaltungsanordnung nach einem der Patentansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Vibrationsdetektor (A) einen piezo-elektrischen Quarzkristall umfasst.

4. Schaltungsanordnung nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der piezo-elektrische Quarzkristall auf einem Werkzeugsupport, einem Spindelstock oder einem Reitstock angeordnet ist.

5. Schaltungsanordnung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die signalverarbeitenden Einheiten, wie Verstärker (B), Komparator (E), Multivibratoren (F, L) und Zähler (K) zusammen mit Leistungsverstärker (M, N) und Stromversorgung (Q) vom Vibrationsdetektor (A) entfernt angeordnet sind.

6. Verfahren zur Steuerung einer Werkzeugmaschine unter Verwendung der Schaltungsanordnung nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vibrationen infolge einer Berührung zwischen Werkzeug und Werkstück mit einer einen bestimmten Pegel überschreitenden Amplitude gezählt werden, und dass bei Erreichen eines bestimmten Zählerstandes ein den Antrieb für den Vorschub umschaltendes Ausgangssignal abgegeben wird.

7. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb von einer ersten Geschwindigkeit für die Raschverschiebung des Werkzeugs bis zur Bearbeitungsstelle auf eine zweite Geschwindigkeit für die Bearbeitungsverschiebung des Werkzeugs umgeschaltet wird.

8. Verfahren nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Umschaltsignal eine Alarmgabe bewirkt wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Steuerung des Vorschubs von spanenden Werkzeugen und/oder des Werkstückes aufgrund von Vibrationen gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Steuerung einer Werkzeugmaschine gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 6.

Ein Werkzeug oder ein Werkstück oder eine Werkzeugmaschine selbst kann beschädigt werden oder im schlimmsten Fall kann ein Operateur verletzt werden, wenn ein Werkzeug und ein Werkstück durch Fehlmanipulation aufeinanderprallen. Insbesondere bei Schleifmaschinen, Drehbänken, Fräsmaschinen, Hobelmaschinen und Bohrmaschinen.

Um Gegenmassnahmen gegen die oben genannte ungewöhnliche Kollision ergreifen zu können, wurde bisher die Fluktuation des Stroms für den elektrischen Motor detektiert. Es ist feststellbar, dass diese Messung nicht genügend empfindlich ist. Neben diesem wurde auch bekannt, dass der Vorschub eines Werkzeugs geändert werden kann, indem spezifische Schwingungen, die bei der Kollision entstehen, mittels Dehnungsmessstreifen, die die Schwingung in elektrische Signale umwandeln, ausgefiltert und nach Verstärkung zur Steuerung verwendet werden. Jedoch ist eine Vorrichtung zur Detektion von spezifischen Schwingungen kompliziert und es haftet dieser Vorrichtung der spezifische Nachteil an, dass sie für andere Schwingungen als eben diese spezifischen Schwingungen unempfindlich ist. Darüberhinaus wurde auch bekannt, dass eine solche Vorrichtung dadurch verbessert werden kann, wenn ein breites Frequenzband detektiert wird. Jedoch auch bei dieser Vorrichtung lässt sich feststellen, dass wenigstens 100 msec. vergehen, um ein Detektionssignal zu erzeugen, das sich gleichrichten lässt.

Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Anordnung mit hoher Empfindlichkeit bezüglich ungewöhnlicher Vibrationen zu schaffen, die einen einfachen Aufbau aufweist und rasch auf solche Vibrationen anspricht, derart, dass ein rotierendes Werkzeug sofort anhält und der Vorschub des Werkstücks oder des Werkzeugs ebenfalls angehalten werden. Erfindungsgemäss wird dies durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des unabhängigen Patentanspruchs 1 erreicht. Das Verfahren ist durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des unabhängigen Patentanspruchs 6 gekennzeichnet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Schleifmaschine mit einem Vibrationsdetektor,

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines Vibrationssignalverstärkers nach der Erfindung,

Fig. 3 Spannungsdiagramme an verschiedenen Stellen des Blockschaltbildes nach Fig. 2, und

Fig. 4 ein elektrisches Schaltungsschema als Ausführungsbeispiel des in Fig. 2 dargestellten Blockschaltbildes.

Die Schleifmaschine gemäss Fig. 1 umfasst eine Schleifscheibe 1, einen Reitstock 2, einen Spindelstock 3 und einen Vibrationsdetektor 4 auf dem Antriebsgehäuse der Schleifscheibe 1.

Die Steuerung des Vorschubs sowohl der Schleifscheibe als auch des Antriebs für die Schleifscheibe, wenn der Vibrationsdetektor 4 eine ungewöhnliche Vibration feststellt, wird nachfolgend anhand der Fig. 2 bis 4 beschrieben. Der Vibrationsdetektor A in Form eines piezo-elektrischen Schwingquarzes ist mit einem Vorverstärker B mit einer Verstärkungsregelung C verbunden. Elektrische Schwingungssignale aus dem Schwingquarz im Vibrationsdetektor A werden damit verstärkt (Fig. 3a). Ein Pegelvergleicher D mit einem veränderbaren Spannungsteiler zur Einstellung eines Schwellwertes ist mit dem Ausgang des Vorverstärkers B verbunden. Damit wird ein Schwellwert gemäss Fig. 3b eingestellt, um bei den detektierten Vibrationen zwischen hohen und niedrigen Signalen zu unterscheiden. Am Ausgang dieses Komparators entsteht damit eine Signalfolge gemäss Fig. 3c.

Wenn z. B. eine Schleifscheibe 1 in ungewöhnlicher Weise auf einen Vorsprung oder dgl. an einem Werkstück auftrifft, entstehen willkürliche Schläge auf die Schleifscheibe und diese ergeben eine Vibration mit einer bestimmten Frequenz auf die Schleifscheibe, wobei diese von der Schleifscheibe über die Felge, die Schleifscheibenwelle, Lagerungen der Welle auf das Gehäuse übertragen werden. Der piezo-elektrische Schwingquarz im Vibrationsdetektor A wird durch diese

Schwingungen gebogen, wobei die Frequenz dieser Schwingungen in der Grössenordnung von 3000 Hz liegen und von diesen Schwingungen werden diejenigen mit Amplituden über einem bestimmten Pegel als hohe Signale ausgeschieden. Wenn der Pegel der Schwingungen klein ist, so heisst dies, dass es sich um übliche Maschinenschwingungen bei der Bearbeitung eines Werkstücks handelt.

Die ausgeschiedenen hohen Signale gemäss Fig. 3b werden einem mehrfach ansteuerbaren monostabilen Multivibrator F zugeleitet, dessen Impulsbreite mittels eines veränderbaren Widerstandes G einstellbar ist. Das Ausgangssignal aus dem monostabilen Multivibrator F ist in Fig. 3d dargestellt. Damit werden Hochfrequenzwellen, wie Geräusche usw. eliminiert, und diese Einheitssignale werden einem voreingestellten Zähler H zugeführt.

Ein weiterer monostabiler Multivibrator I dient zur Erzeugung eines Rückstellsignals für den rückstellbaren Zähler H für den Fall, dass ein nachfolgender Impuls nicht innerhalb eines Zeitintervalls eintrifft, um festzustellen, ob die Impulse regelmässig erzeugt werden. Diesem monostabilen Multivibrator I ist eine Pulsbreitenregulierung J zugeordnet, um das Zeitintervall zwischen dem Impulsende und dem Rückstellimpuls frei zu wählen. Ein Schalter K dient zum Voreinstellen eines Zählerstandes im rückstellbaren Zähler H. Gemäss Fig. 3f ist der Zähler auf die Zahl 7 voreingestellt. Wenn diese Zahl 7 mit dem Zähler H gezählt wurde, wird ein Signal (Fig. 3g) an einen Flip-Flop L geführt.

Durch das Kippen des Flip-Flops L wird das Alarmsignal (Fig. 3h) erzeugt, bis der Flip-Flop L wieder zurückgestellt wird.

Ein Verstärker M dient zur Verstärkung des Ausgangssignals aus dem Flip-Flop L und eine Ausgangsstufe N dient zur Motorsteuerung für den Vorschub der Schleifscheibe oder des Werkstücks, bzw. des Antriebs der Schleifscheibe.

Obwohl in Fig. 2 und 3 nicht dargestellt, weist die Schaltungsanordnung noch einen Schaltkreis zur Rückstellung des Alarmausgangs auf. Dieser Alarm erscheint, wenn ungewöhnliche Vibrationen entstehen und dient zur Alarmierung des Operators, dass möglicherweise ein fehlerhafter Betriebszustand herrscht.

Eine Schaltungsanordnung P dient zum Ein- und Ausschalten des Vibrationsdetektors und ein Speisestromkreis Q gibt den verschiedenen Schaltungseinheiten die notwendigen Betriebsspannungen.

Ein derartiger Vibrationsdetektor kann ungewöhnliche Vibrationen im Bereich zwischen 2 und 3 msec aufnehmen und kann einen Alarm aussenden und dazu die Rotation des Werkzeugs und/oder den Vorschub des Werkzeugs oder des Werkstücks anhalten. Im allgemeinen gesehen, wirkt somit dieser Vibrationsdetektor als Bandpassfilter im Frequenzbereich der ungewöhnlichen Vibrationen. Das heisst, dass nur solche Vibrationen über einer unteren Grenze von etwa 100 Hz festgestellt werden können. Für die Feststellung ist somit ein Zeitintervall zwischen 0,033 und 0,1 sec notwendig. Durch den beschriebenen Aufbau kann durch Ausieben der wichtigsten Frequenzen ein wesentlicher Anteil von Signalverarbeitungszeit eingespart werden. Die benötigte Zeit

von der Feststellung einer Vibration bis zur Abgabe eines Alarms kann damit auf $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{15}$ der sonst benötigten Zeit gekürzt werden, so dass der Alarm praktisch gleichzeitig mit dem Auftreten der ungewöhnlichen Vibration abgegeben werden kann. Die oben beschriebene Schaltungsanordnung zeigt, dass der Vibrationsdetektor zur Detektion ungewöhnlicher Vibrationen zum Anhalten der Rotation des Werkzeugs oder des Vorschubs des Werkzeugs und/oder des Werkstücks benützt werden kann, wenn eine ungewöhnliche Berührung zwischen dem genannten Werkzeug und dem Werkstück auftritt. Neben dieser Feststellung einer ungewöhnlichen Vibration kann der Vibrationsdetektor auch dazu benützt werden, um Bearbeitungszeit einzusparen, indem der Spalt zwischen einem raschen Vorschub des Werkzeugs und dem Eingriff des Werkzeugs am Werkstück mit dem Verarbeitungsvorschub möglichst gering gehalten werden kann, indem mit dem raschen Vorschub bis zur Berührung mit dem Werkstück gefahren wird und aufgrund der dann auftretenden Vibration die Umschaltung auf Bearbeitungsvorschub vorgenommen wird.

Insbesondere kann eine Schleifscheibe beschädigt werden, wenn das Detektionssignal lange nach der Berührung des Werkstücks erzeugt wird. Deshalb musste bisher der rasche Vorschub in einem sicheren Abstand vom Werkstück abgebrochen werden und dann Werkstück und Werkzeug langsam zueinander hin geführt werden, was zu einer Verringerung der Leistungsfähigkeit der Maschine führte. Im Gegenteil wenn gemäss der vorliegenden Erfindung die Vorschubgeschwindigkeit vergrössert werden kann und die Zeit bis zur Erzeugung eines Detektionssignals kurz ist, kann die Schleifscheibe nicht beschädigt werden, und trotzdem kann die Leistungsfähigkeit der Maschine wesentlich erhöht werden. Wie oben schon erwähnt, kann die erfindungsgemässe Schaltungsanordnung ungewöhnliche Vibrationen innerhalb 2 bis 3 msec. feststellen, wodurch die rasche Vorschubgeschwindigkeit augenblicklich auf die Bearbeitungsvorschubgeschwindigkeit verringert werden kann. Somit kann der Vibrationsdetektor ohne weiteres zur Verkleinerung des Spaltes, der mit Bearbeitungsgeschwindigkeit zurückzulegen ist bevor das Werkzeug das Werkstück berührt, benützt werden.

Es ist nicht notwendig, dass der Flip-Flop L umgeschaltet wird, um ein Alarmsignal zu erzeugen, es kann dabei direkt der Ausgangsimpuls gemäss Fig. 3g aus dem rückstellbaren Zähler K als Umschaltimpuls der Vorschubgeschwindigkeit benützt werden. Auch kann mit diesem Impuls gemäss Fig. 3g eine Notbremsung ausgelöst werden. Diese verschiedenen Betriebsarten können in bekannter Weise durch eine numerische Steuerung ausgewählt werden.

Im vorliegenden Beispiel wurde der Vibrationsdetektor 4 auf dem Gehäuse des Werkzeugs angeordnet. Selbstverständlich könnte dieser ebenso auf dem Reitstock oder auf dem Spindelstock angeordnet werden. Jedoch hat sich gezeigt, dass die Montage auf dem Werkzeughalter gegenüber der Montage auf der Werkstückhalterung besonders vorteilhaft ist, weil sich beispielsweise bei einer Schleifmaschine die grösseren Vibrationen dort ausbilden.

FIG 1

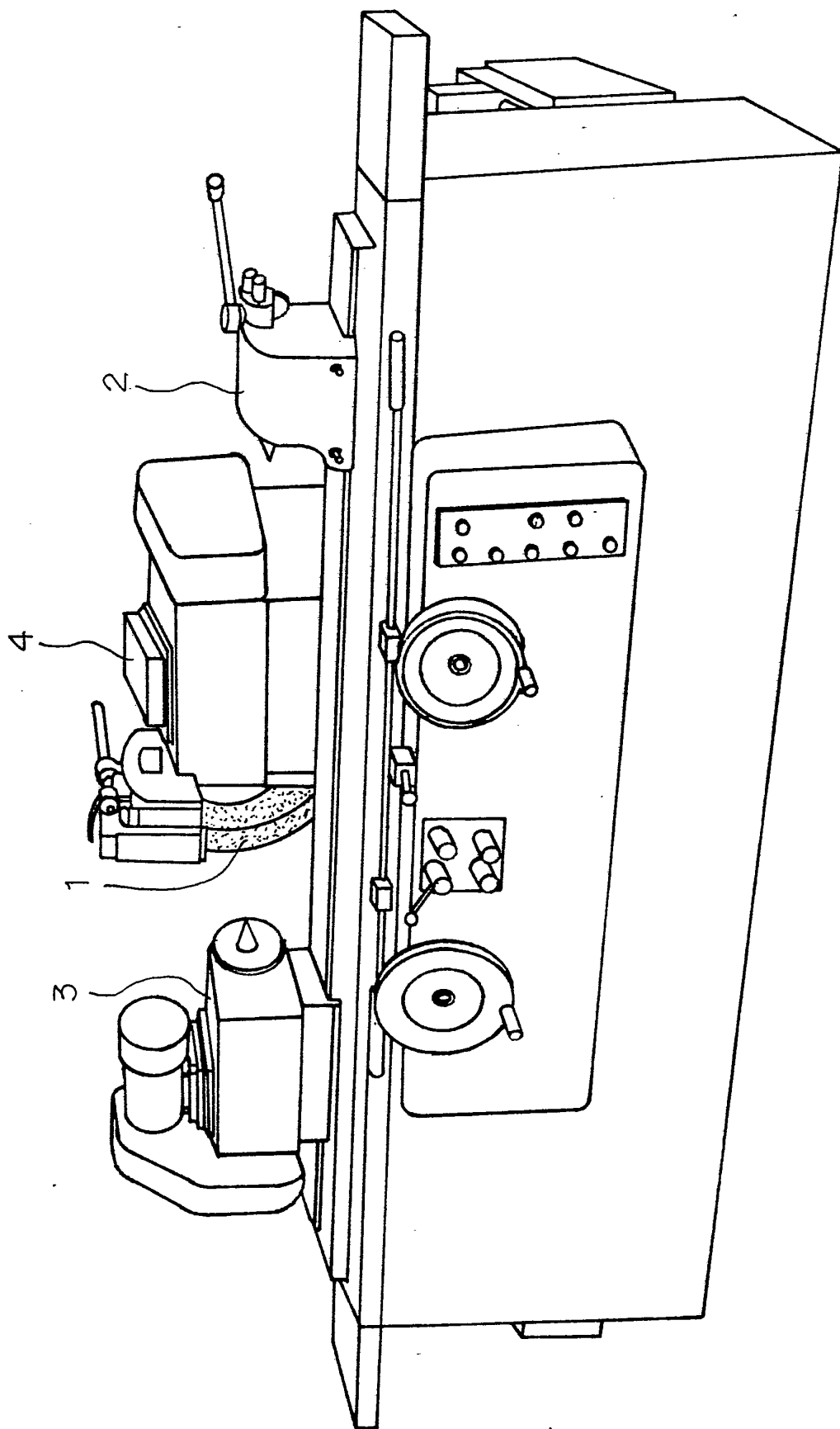
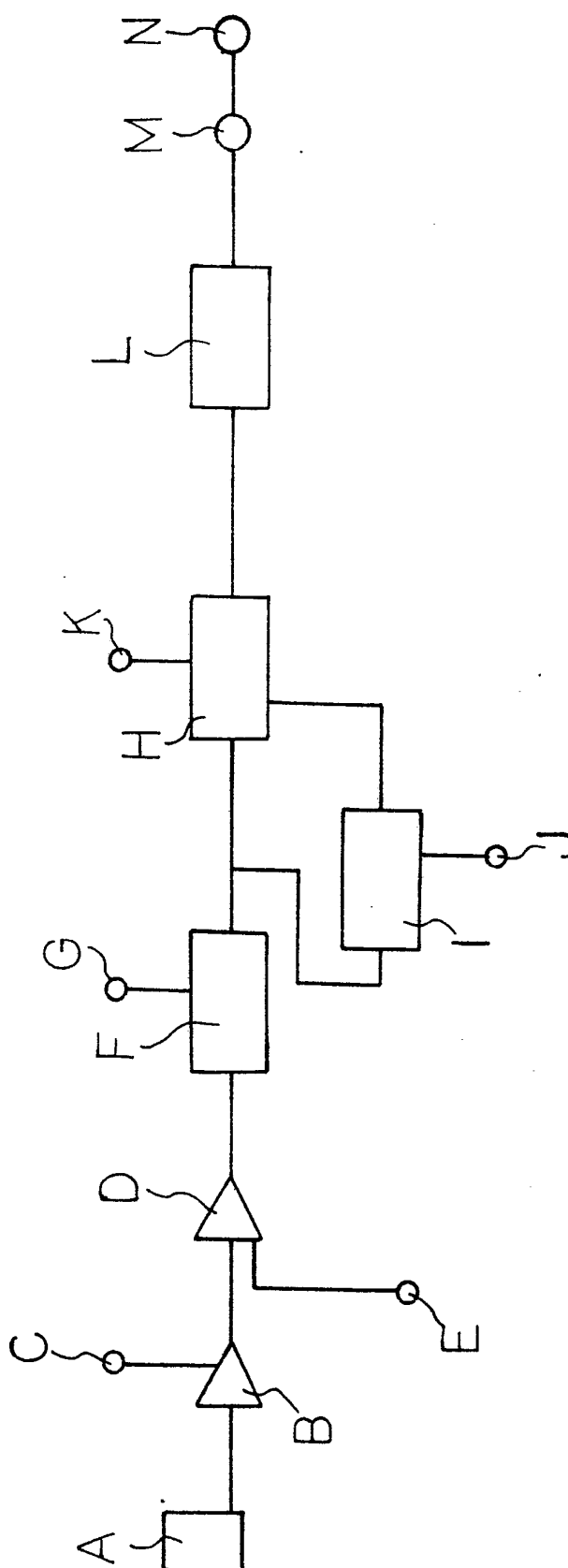


FIG 2



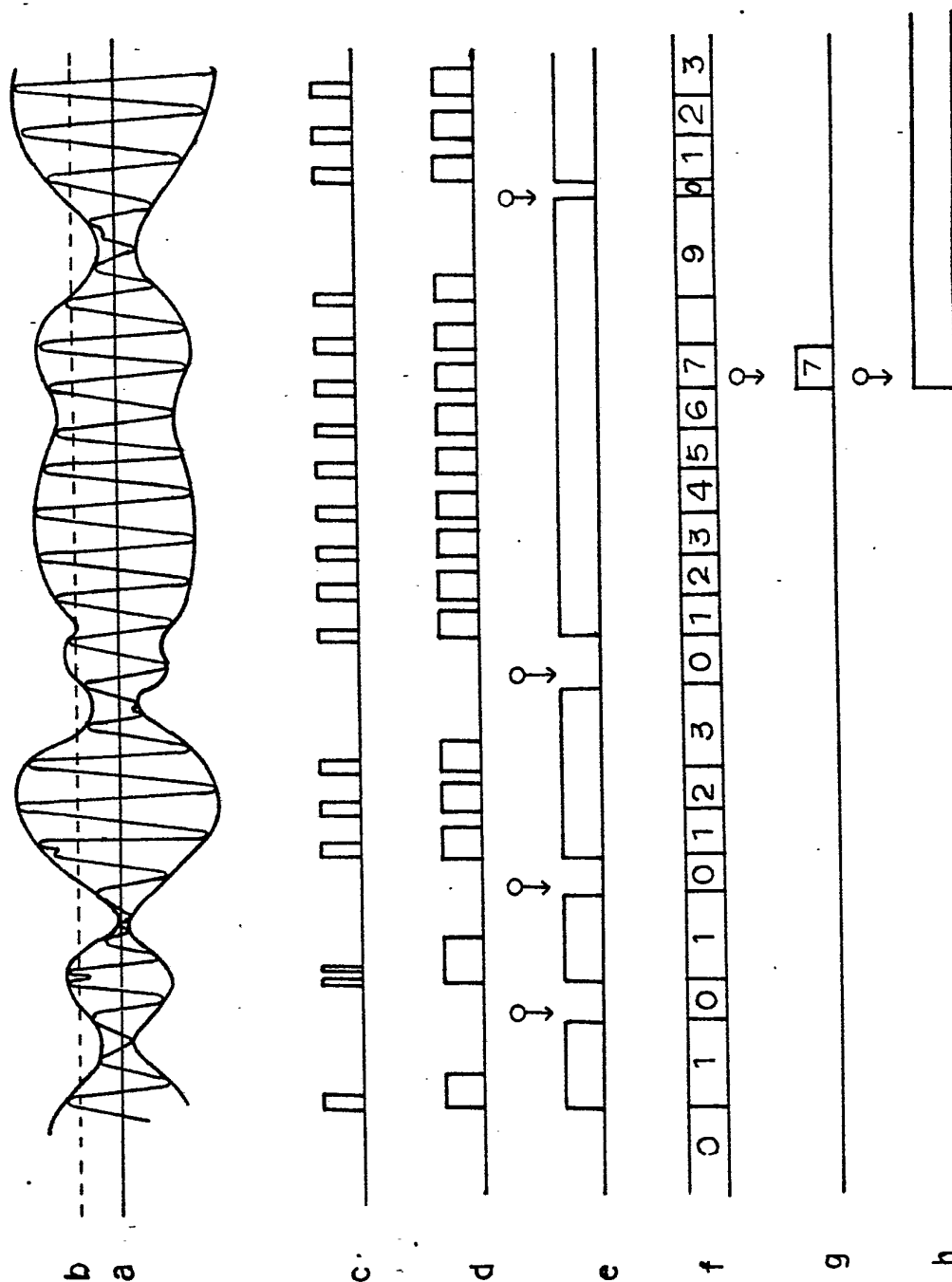


FIG. 3

