

Anordnung zur Steuerung eines elektrischen Stromes

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Steuerung des elektrischen Stromes, der periodisch an die Spule eines Elektromagneten, beispielsweise eines Elektromagneten für die elektromagnetische Betätigung eines hydraulischen Steuerventiles, angelegt wird.

Es ist bekannt, eine Pulsbreitenmodulationstechnik zur Spulenstromsteuerung des Elektromagneten eines elektrohydraulischen Ventiles zu verwenden. Hierbei handelt es sich genau genommen um eine Spannungssteuertechnik. Da jedoch die Kraft des Elektromagneten proportional zum Spulenstrom ist, ist bei dieser Technik ein Verfahren zur Kompensation von Veränderungen der Versorgungsspannung und des Spulenwiderstandes, beispielsweise eine durch eine Bedienungsperson einstellbare Empfindlichkeitssteuerung, erforderlich.

Ein anderes bekanntes Verfahren zur Steuerung des Spulenstromes verwendet einen in Serie mit der Spule geschalteten Stromrückkopplungssensor. Hierbei wird der Strom durch eine Vergleichseinrichtung ermittelt, welche ihrerseits die Ansteuereinheit zurückfährt, wenn der Spulenstrom einen Bezugswert übersteigt, und welche die Ansteuereinheit wieder hochfährt, wenn der Spulenstrom unter den Bezugswert fällt. Durch ansteuerbare Aus- und Einschaltzeiten kann für den Vergleichskreis ein Umschaltunempfindlichkeitsbereich eingestellt werden. Das Ventilansteuerungsverfahren liefert eine genaue Steuerung des Durchschnittsspulenstromes sowohl für wechselnde Versorgungsspannungen als auch für wechselnde Spulenwiderstände. Kosten und Anzahl der elektronischen Bauteile, die für dieses Verfahren erforderlich sind, können jedoch beträchtlich höher liegen als beim Pulsbreitenmodulationsverfahren. Folglich wird eine kostengünstige und wirkungsvolle Anordnung zur Steuerung des Elektromagnetenstromes begehrt.

Die mit der Erfindung zu lösende Aufgabe wird darin gesehen, eine Anordnung der eingangs genannten Art anzugeben, welche einfach im Aufbau und kostengünstig ist. Ferner soll die Stromsteueranordnung in der Lage sein festzustellen, ob die Magnetspule in einem offenen Stromkreis liegt.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Dabei erzeugt ein Mikroprozessor periodisch einen Spitzenstromsollwert und erregt die Magnetspule. Eine Spannung, die dem Spitzenstromsollwert entspricht, wird an einen Eingang einer Vergleichseinrichtung angelegt. Der tatsächliche Spulenstrom wird über einen in Serie mit der Spule liegenden Widerstand erfaßt, und eine Spannung, die dem erfaßten Spulenstrom entspricht, wird an den anderen Eingang der Vergleichseinrichtung angelegt. Die Vergleichseinrichtung erzeugt an ihrem Ausgang ein Unterbrechungssignal, sobald der erfaßte Spulenstrom den Spitzenstromsollwert erreicht. Das Unterbrechungssignal wird dem Mikroprozessor zugeführt, welcher Steuersignale zum Trennen der Magnetspule vom Erdpotential abgibt. Wird vom Mikroprozessor kein Unterbrechungssignal empfangen, so senkt dieser nach einem vorgebbaren Zeitintervall den Spitzenstromsollwert ab, woraufhin ein erneuter Vergleich erfolgt. Wird immer noch kein Unterbrechungssignal erzeugt, so wird der Spitzenstromsollwert wiederum abgesenkt und wieder ein Vergleich durchgeführt. Liegt auch jetzt kein Unterbrechungssignal vor, so wird ein Signal erzeugt, welches anzeigt, daß der Stromkreis, in dem die Magnetspule liegt, unterbrochen ist.

Dieses Spitzenstromerfassungsverfahren liefert eine Näherungssteuerung für den Spulenstrom, die regelmäßig eine geringere Einzelteilanzahl erfordert als andere bekannte Methoden zur Stromkompensationsansteuerung. Da die Unterbrechungszeit durch die Software des Mikroprozessors gesteuert wird, läßt sich auch die Unterbrechungsfrequenz bequem einstellen. Die Teilezahl ist vermindert, da der Abfragewiderstand sich in die umschaltbare Erdleitung der Spule einfügen läßt und weil kein Umschaltunempfindlichkeitsbereich der Vergleichseinrichtung erforderlich ist. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens zur Modulationssteuerung liegt darin, daß ein Spulenkurzschluß selbstbegrenzend wirkt, da der Durchschnittsstrom einer reinen ohmschen Belastung viel kleiner ist als der Spitzenstrom. Ferner läßt es eine verwendbare Software zu, einen unterbrochenen Stromkreis durch das Fehlen einer Spitzenstromunterbrechung wahrzunehmen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Anhand der Zeichnung, die ein Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt, sollen die Erfindung sowie weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung näher beschrieben und erläutert werden.

Es zeigt:

Fig. 1a ein vereinfachtes schematisches Blockdiagramm der vorliegenden Erfindung,

Fig. 1b ein detailliertes Stromkreisschema des in Fig. 1 dargestellten Ventilansteuerkreises,

Fig. 2a, 2b und 3a bis 3c Flußdiagramme von Algorithmen, die von dem in Fig. 1 dargestellten Mikroprozessor ausgeführt werden.

Die in den Figuren 1a und 1b dargestellten Ventile 42a und 42b werden je durch identische Ventilansteuerkreise 512 angetrieben, welche jeweils über ein Relais K501 mit einer +12 Volt-Spannungsquelle, über einen D/A-Konverter U203 mit dem Mikroprozessor 508 sowie mit einem der Mikroprozessorschlüsse 6 bzw. 7 und mit einem NAND-Gatter U002 verbunden sind. Für die Anwendung der vorliegenden Erfindung ist grundsätzlich nur ein Ventil mit einem Ventilansteuerkreis erforderlich, wobei das dargestellte NAND-Gatter U002 entfallen kann. Bei der vorliegenden Schaltung wird immer nur eines der beiden Ventile 42a und 42b angesteuert. Der Ventilansteuerkreis gemäß Fig. 1b enthält folgende Bauteile:

10

Dioden	
CR601	ultraschneller Gleichrichter, MUR410
CR603	Zenerdiode, IN4745, 16 Volt
CR605, CR606	Doppeldiode SOT-23, BAV99

15

20

Integrierte Schaltungen	
U203	8 bit Digital/Analog-Konverter, AD558
U002	Vierfach-NOR-Gatter (Nicht-Oder-Gatter), 74HC02
U004	Vergleicher, LM2901

25

30

Transistoren	
Q601	Leistungs-MOSFET, BUZ11
Q603	NPN-Darlington-Transistor, MPS A29

35

40

Widerstände	
R612	5,6 kOhm, 1/8 W
R613	330 Ohm, 1/8 W
R614	750 Ohm, 1 W
R607	120 Ohm, 1/8 W
R601	Drahtwiderstand 0,75 Ohm, 7 W
R602	1,0 kOhm, 1/8 W
R603	4,7 kOhm, 1/8 W

45

50

55

Kapazitäten	
C602	150 pF, 50 V
C603	0,001 μ F, 100 V
C604	0,001 μ F, 100 V
C607	0,001 μ F, 100 V
C608	0,001 μ F, 100 V
C611	0,047 μ F, 50 V
C612	0,047 μ F, 50 V
C002	0,01 μ F, 100 V

Drosselspulen	
L601	Axial Ferrite Bead
L602	Axial Ferrite Bead

5

In Zusammenwirkung mit dem in den Figuren 1a und 1b dargestellten Ventilansteuerstromkreis führt der Mikroprozessor 508 periodisch Ventilansteuerprogrammabläufe durch (siehe die Figuren 2a und 2b), welche folgendermaßen ansprechen: Ein Bezugswert für den Spitzenventilstrom VCOM wird über den D/A-Konverter U203 an den Minuseingang des Vergleichers U004 angelegt. Ferner erzeugt der Mikroprozessor 508 ein Signal, das an den Anschlüssen 6 oder 7 ansteht und den Transistor Q601 durchschaltet, so daß Strom durch die Magnetspule des Ventils 42a oder 42b fließt. Erreicht der Magnetspulenstrom, der über den Widerstand R601 abgefragt wird, einen Wert, der dem Spitzenwert VCOM entspricht, so schaltet der Ausgang des Vergleichers U004 von einer Lage auf die andere um, wodurch ein Unterbrechungssignal an den Anschluß 12 des Mikroprozessors 508 geliefert wird. Dieses Unterbrechungssignal bewirkt die Auslösung des Programmablaufes (Schritte 100 bis 106) für die Spitzenstromerfassung, welches in den Figuren 2a und 2b dargestellt ist und mit dem Eingangsschritt 100 beginnt. Daraufhin erzeugt dieses Programm in Schritt 102 ein Signal, welches den Transistor Q601 öffnet, wodurch der Strom zu der Magnetspule für eine vorherbestimmbare Zeitspanne, die durch die Schritte 104 bis 116 vorgegeben wird, unterbrochen wird.

Der Mikroprozessor 508 erfaßt auch, ob die Magnetspule in einem offenen Stromkreis liegt oder nicht. Dies erfolgt durch zweimalige Absenkung des Bezugswertes für den Spitzenventilstrom, sofern innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls kein Unterbrechungssignal empfangen wird. Wenn der abgefragte Ventilstrom den zweimal reduzierten Bezugsstromwert nicht erreicht und innerhalb eines zusätzlichen Zeitintervalls noch keine Unterbrechung empfangen wurde, dann wird ein Meldesignal erzeugt, welches den offenen Stromkreis anzeigt. Diese Schritte werden mit dem Zeitprogramm (Schritte 120 bis 156), das aus den Figuren 3a bis 3c hervorgeht, vollzogen.

Das Zeitprogramm wird mit dem Schritt 120 durch ein Auslösesignal alle 80 Mikrosekunden gestartet. In Schritt 122 wird dann festgestellt, ob beide Ventile stromlos sind. Ist dies der Fall, so schreitet der Algorithmus zu Schritt 130 weiter, anderenfalls geht es mit Schritt 124 weiter. In 124 wird festgestellt, ob gerade ein Aus-Zeitintervall abläuft. Wenn ja, schreitet der Algorithmus zu Schritt 126 weiter. Wenn nicht, schreitet der Algorithmus zu Schritt 132 weiter. Liegt ein Aus-Zeitintervall vor, so wird der Wert des Aus-Zeitgebers in Schritt 126 stufenweise verringert und jeweils ermittelt, ob die Auszeit abgelaufen ist. Wenn nicht, schreitet der Algorithmus zu Schritt 134 weiter, anderenfalls geht es mit Schritt 128 weiter. Schritt 128 gibt ein Signal ab, durch welches angezeigt wird, daß kein Aus-Zeitintervall aktiv ist, und schaltet das entsprechende Ventil ein.

In Schritt 130 wird angezeigt, daß die Spitzenstromunterbrechung nicht mehr vorliegt, ferner wird wieder ein Zeitglied für den offenen Stromkreis aktiviert, und es wird angezeigt, daß keine Strombegrenzung vorliegt. Der Zeitgeber für den offenen Stromkreis beinhaltet eine Zeitdauer von 0,6 Sekunden. Wird innerhalb dieser Zeit kein Unterbrechungssignal erzeugt, so bedeutet dies, daß die Spule in einem unterbrochenen Stromkreis liegt. Schritt 132 zeigt hingegen an, daß keine Spitzenstromunterbrechung eingetreten war. Schritt 134 zählt das Zeitglied der Hauptprogrammschleife herunter und gibt ein Signal ab, wenn das Zeitintervall des Zeitgliedes abgelaufen ist. Der Zeitgeber der Hauptprogrammschleife beinhaltet eine Zeitdauer von 10 Sekunden. Als nächstes wird in Schritt 136 geprüft, ob der Algorithmus auf eine Spitzenstromunterbrechung wartet. Wenn nicht, wird der Algorithmus in Schritt 152 fortgesetzt. Anderenfalls schreitet der Algorithmus zu Schritt 138 weiter, in welchem abgefragt wird, "ist dies ein Ende des Stromkreistestes?". Wenn ja, schreitet der Algorithmus wieder mit Schritt 152 weiter. Wenn nicht, geht es weiter mit Schritt 140. Schritt 140 zählt ein Zeitglied für den offenen Stromkreis herunter und stellt fest, ob dessen Zeit abgelaufen ist. Wenn nicht, setzt der Algorithmus den Ablauf mit dem Schritt 152 fort, wenn die Zeit abgelaufen ist, wird mit Schritt 142 fortgefahren.

In Schritt 142 wird der Stromgrenzwert geprüft und abhängig von diesem Wert das Programm mit einem der Schritte 144, 146 oder 148 fortgesetzt. Ist beispielsweise der Stromgrenzwert Null, was bedeutet, daß keine Strombegrenzung vorliegt, dann wird das Programm mit Schritt 144 fortgesetzt, welcher die Strombegrenzung auf den maximalen Wert festsetzt. Ist gemäß Schritt 142 der Stromgrenzwert gleich dem maximalen Grenzwert, dann wird das Programm mit Schritt 146 fortgesetzt, wo der Stromgrenzwert auf einen tieferen Wert vermindert wird. Ist gemäß Schritt 142 der Stromgrenzwert gleich dem unteren Grenzwert, so wird das Programm mit Schritt 148 fortgesetzt, wo ein Fehlersignal gesetzt wird, durch welches indiziert wird, daß ein fehlerhafter offener Stromkreis aufgetreten ist. In diesem Fall wird der Ventilantrieb durch Öffnen des Relais K501 abgestellt und der Stromgrenzwert auf Null zurückgestellt.

Nach den Schritten 144, 146 oder 148 wird in Schritt 150 das Zeitglied für den offenen Stromkreis wieder aktiviert. In den Schritten 152 und 154 werden je nach dem vorliegenden Fall andere Zeitglieder zurückgesetzt oder wieder aktiviert. Schließlich wird in Schritt 156 der Programmablauf beendet.

In einem nicht dargestellten Ventilprogramm können das Spitzenstromniveau (durch einen Digital/Analog-Konverter U203) eingestellt und Marken gesetzt werden, welche dem Zeitgliedprogramm anzeigen, welches Ventil eingeschaltet ist. Dieses Ventilprogramm steuert ferner die Länge des Zeitintervalls (Verzögerung), währenddessen die Ventile ausgeschaltet sind. Dabei wird die Verzögerung (DELAY) durch folgende Beziehung abgeleitet:

$$\text{DELAY} = G80 - \text{VCOM} \times G81/256$$

Dabei sind G80 und G81 vorherbestimmbare Konstanten und VCOM ist der Spitzenstromsollwert.

Es ist ersichtlich, daß dieses Auszeitintervall verringert wird, wenn der Bezugswert für den Spitzenventilstrom ansteigt.

Auch wenn die Erfindung lediglich anhand eines Ausführungsbeispieles beschrieben wurde, erschließen sich für den Fachmann im Lichte der vorstehenden Beschreibung viele verschiedenartige Alternativen,

Modifikationen und Varianten, die unter die vorliegende Erfindung fallen.

Ansprüche

1. Anordnung zur Steuerung eines elektrischen Stromes, der periodisch an die Spule eines Elektromagneten angelegt wird, gekennzeichnet durch Mittel zur Erfassung eines Stromistwertes, der dem aktuellen Spulenstrom entspricht, Mittel zur Erzeugung eines Referenzstromwertes, der einem gewünschten Spitzenstromsollwert entspricht, Mittel zum Vergleich des Stromistwertes mit dem Referenzstromwert und zur Erzeugung eines ersten Signales, wenn der Stromistwert den Referenzstromwert erreicht, und Mittel, die in Abhängigkeit des ersten Signales eine periodische Aberregung der Spule vornehmen.

2. Stromsteueranordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Mittel zur Reduzierung des Referenzstromwertes, sofern innerhalb einer bestimmten Zeitspanne kein erstes Signal erzeugt wurde.

3. Stromsteueranordnung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch Mittel zur Erzeugung eines zweiten Signales, sofern der Stromistwert nicht innerhalb einer vorbestimmbaren Zeitspanne den reduzierten Referenzstromwert erreicht.

4. Stromsteueranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch Mittel für eine Wiedererregung der Spule innerhalb einer vorherbestimmbaren Zeitspanne nach der Aberregung der Spule, wobei die vorherbestimmbare Zeitspanne mit zunehmendem Referenzstromwert abnimmt.

5. Stromsteueranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerung (DELAY) aus folgender Beziehung abgeleitet wird:

$$\text{DELAY} = G80 - \text{VCOM} \times G81/256,$$

wobei G80 und G81 vorherbestimmbare Konstanten und VCOM der Spitzenstromsollwert sind.

FIG. 1a

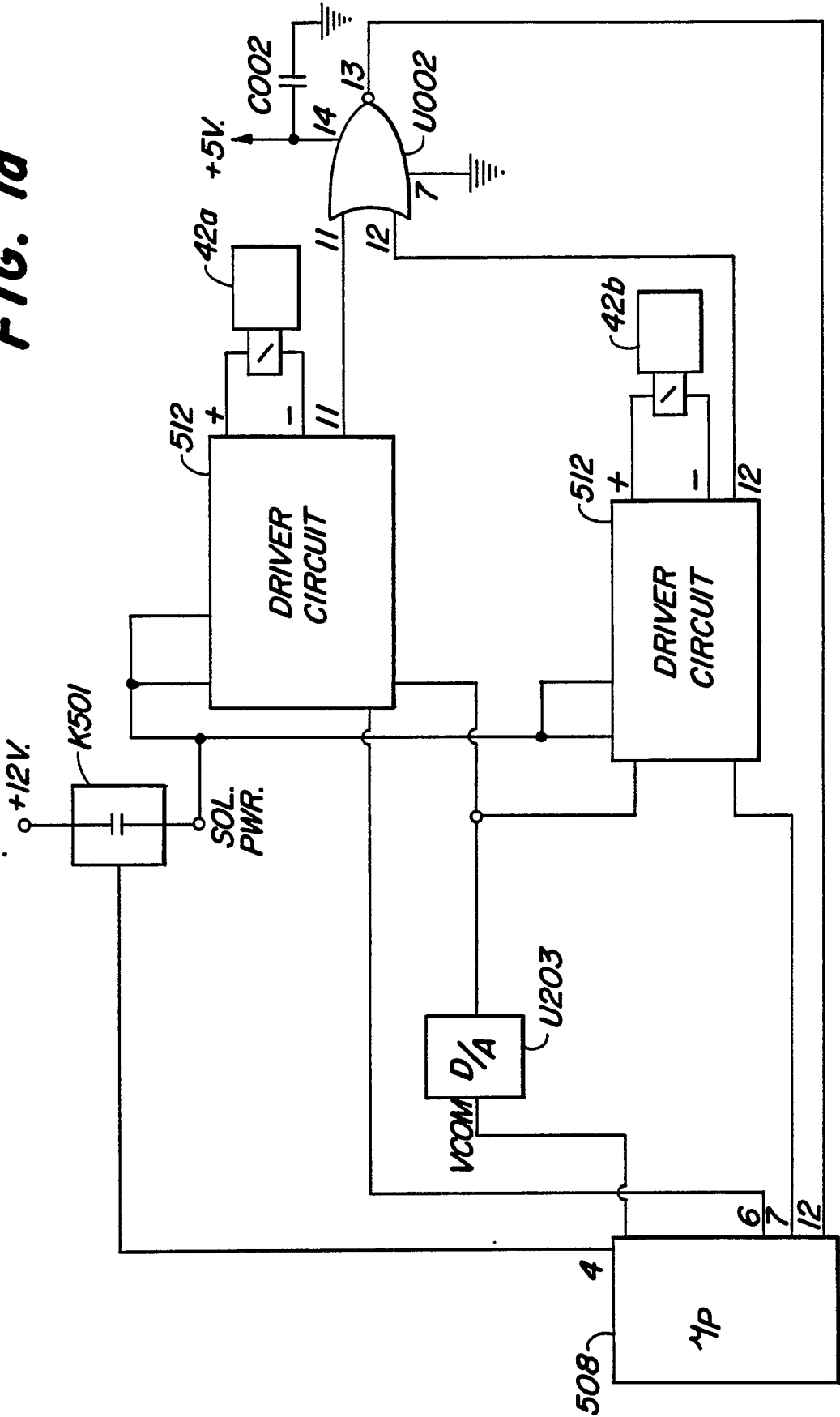


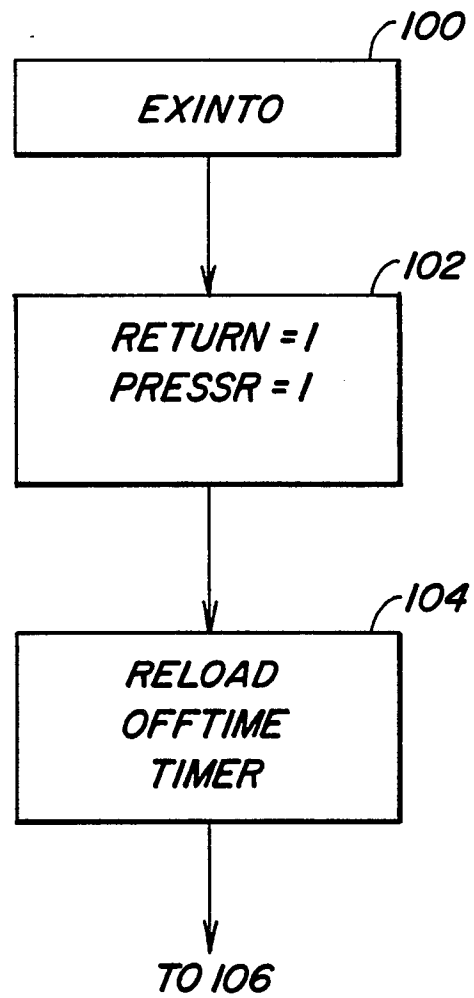
FIG. 2a

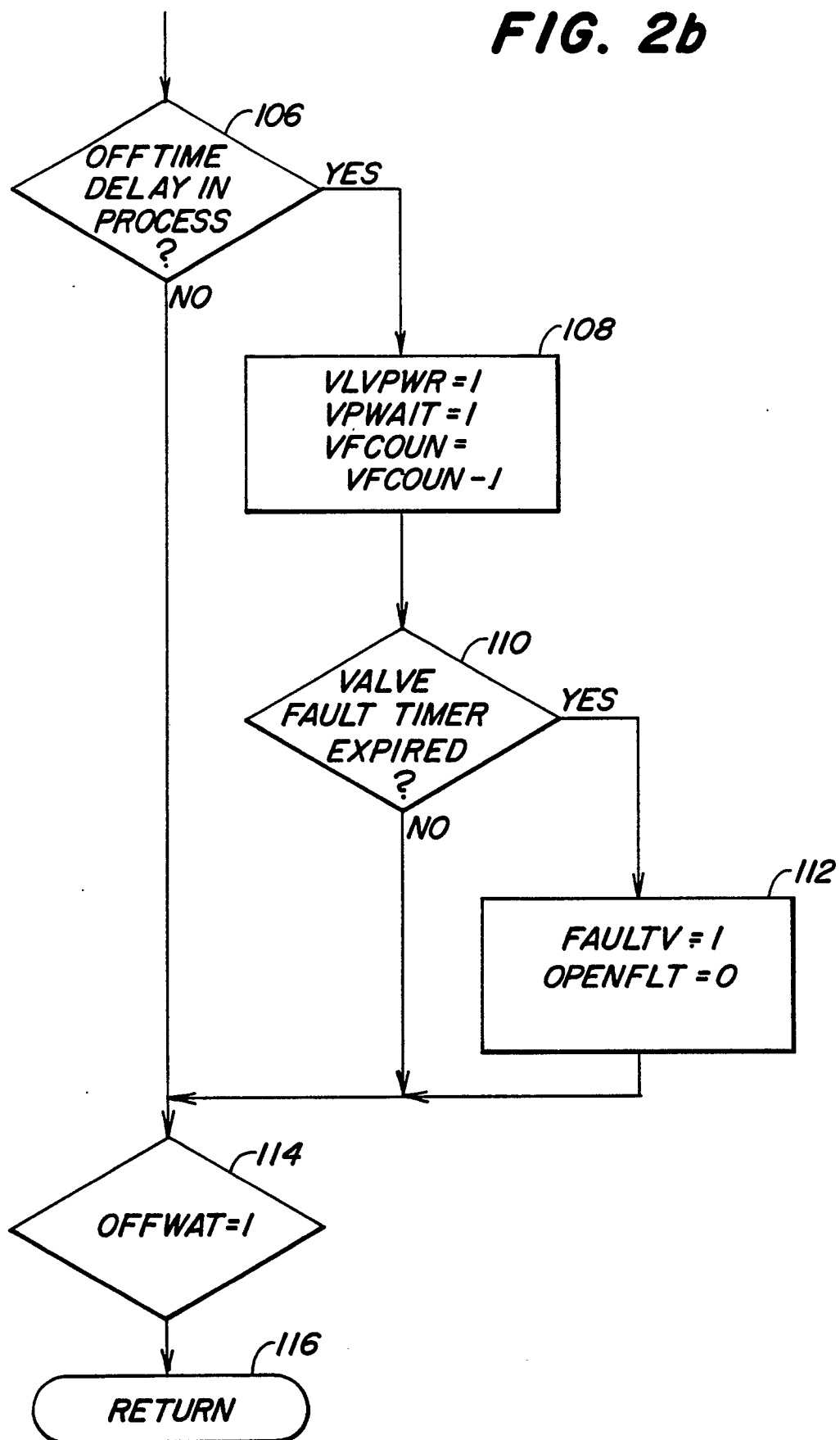
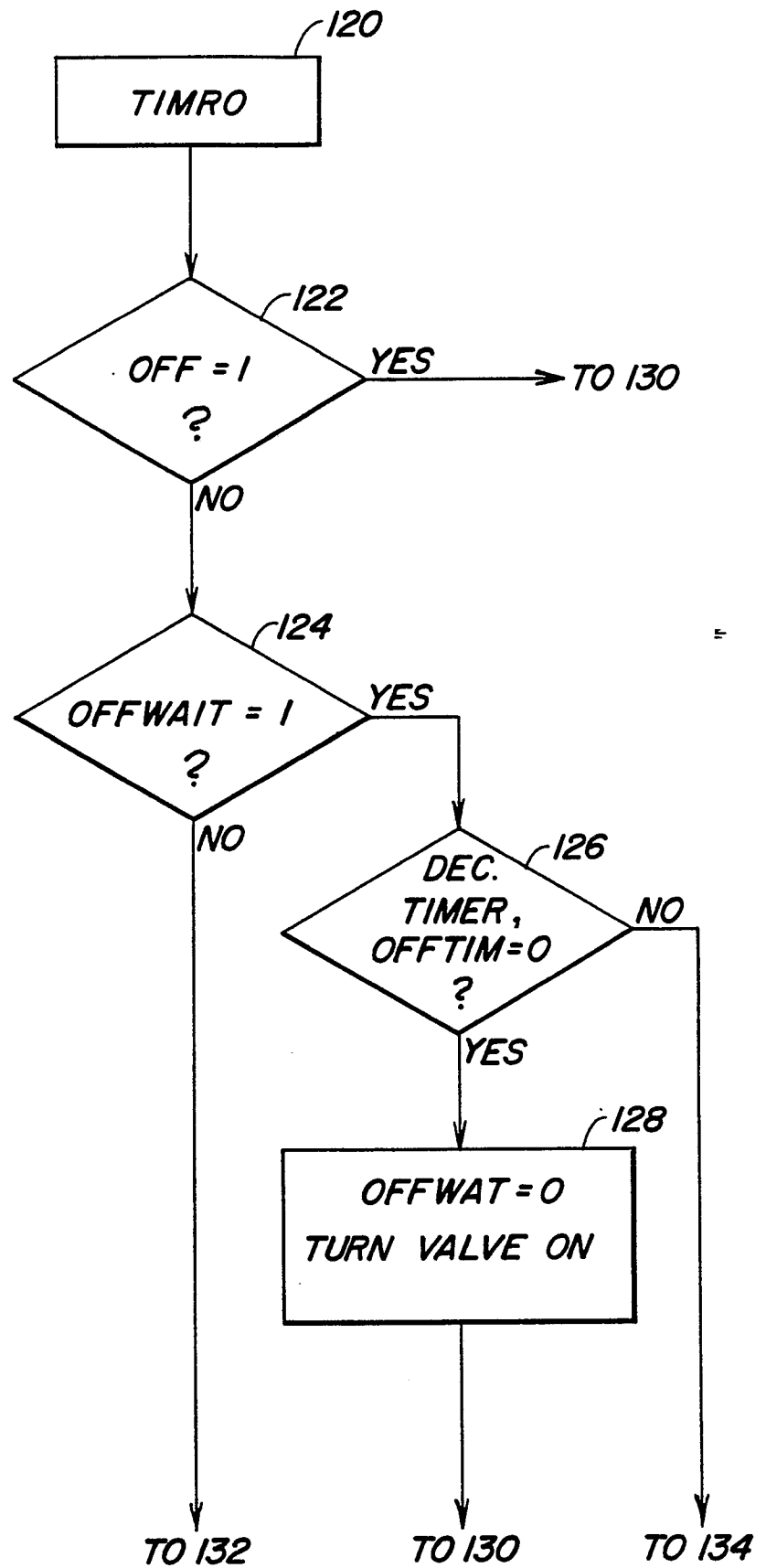
FIG. 2b

FIG. 3a

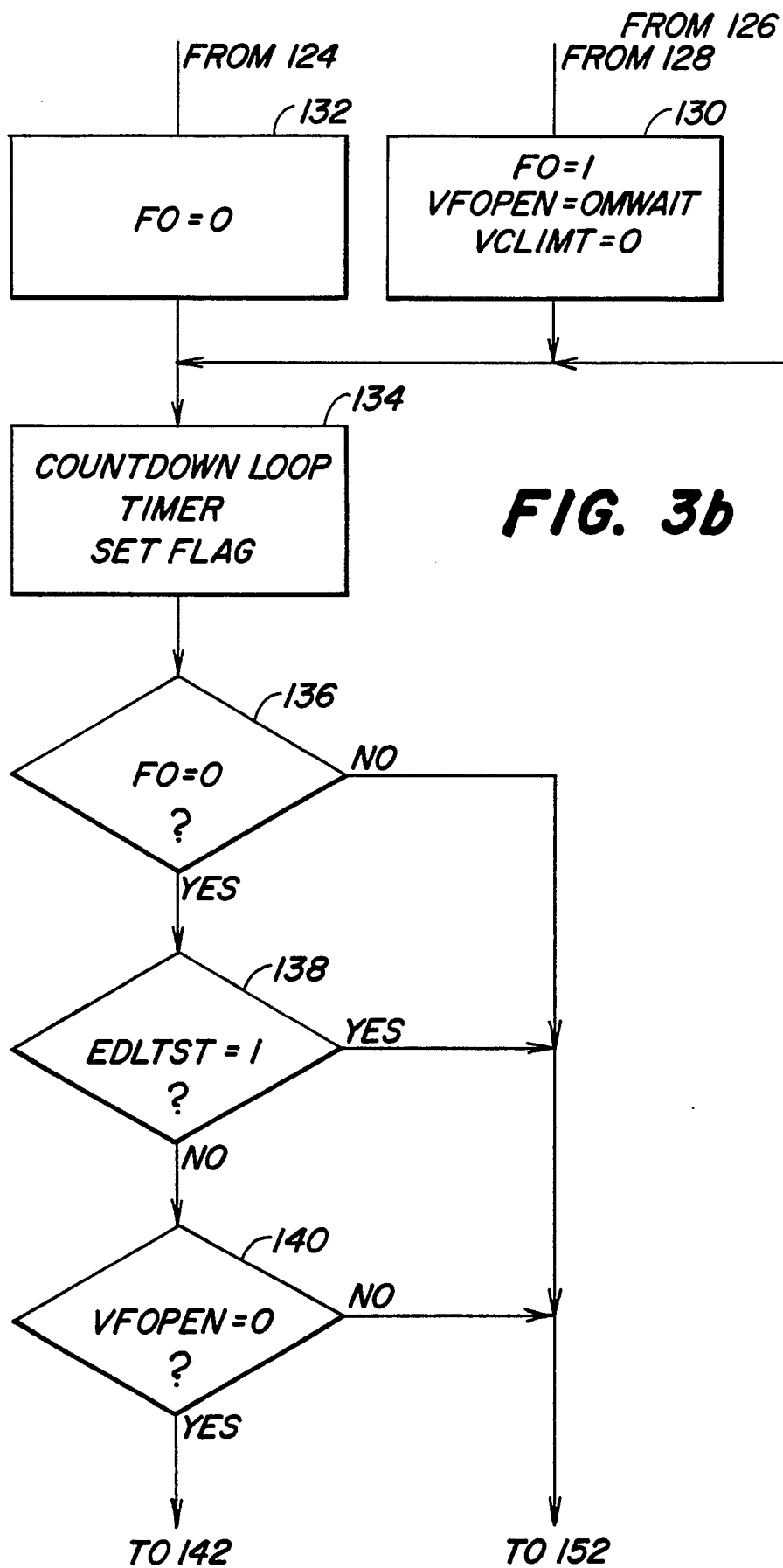
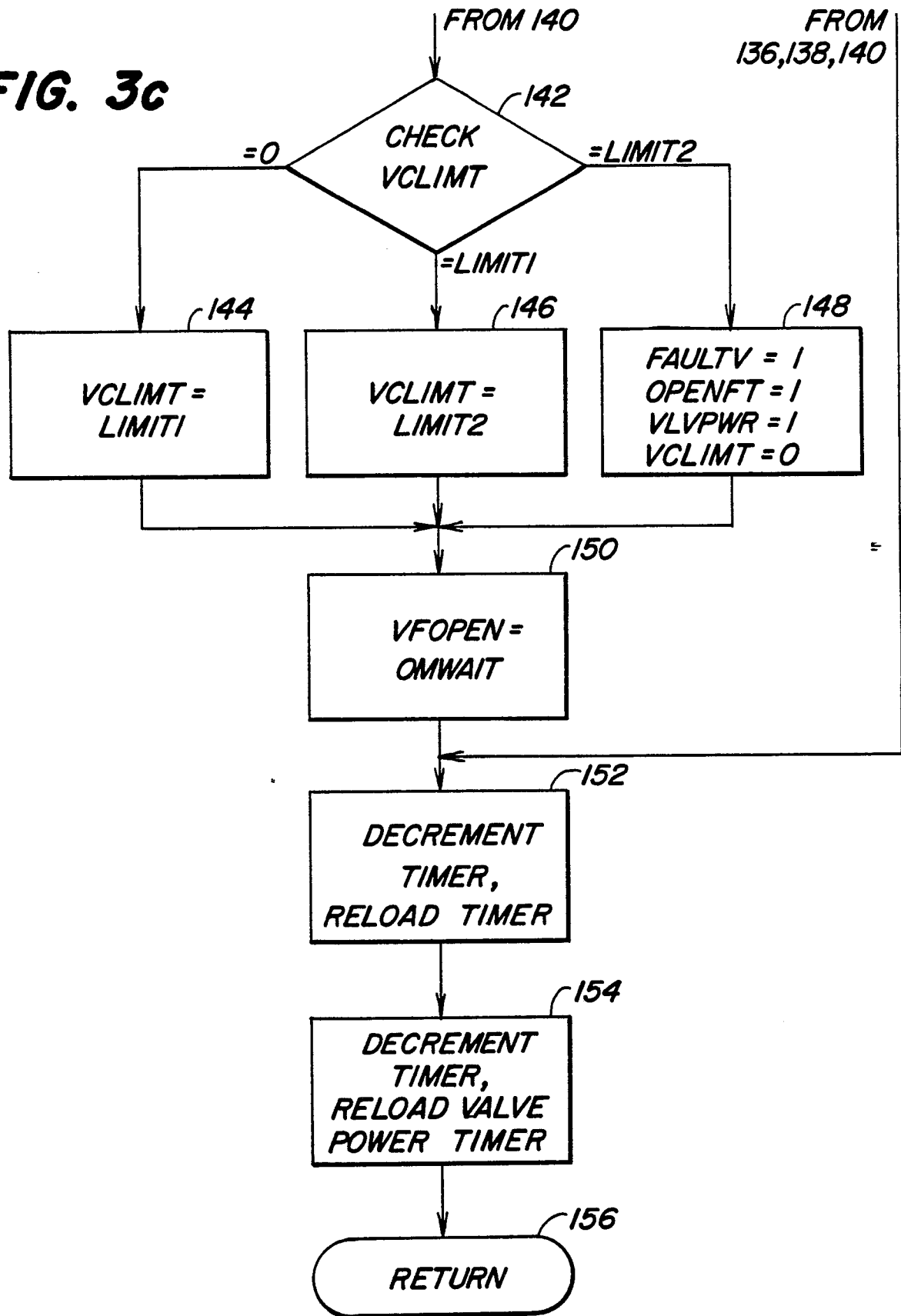


FIG. 3c



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 89124054.1
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
A	DE - A1 - 3 322 006 (BOSCH) * Gesamt * --	1-4	H 01 F 7/18
A	DE - A1 - 3 508 187 (OELSCH) * Zusammenfassung; Fig. 1 * --	1-4	
A	DE - A1 - 3 530 966 (BSO STEUERUNGSTECHNIK) * Zusammenfassung; Fig. * ----	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			H 01 F 7/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 26-02-1990	Prüfer VAKIL
<div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</div> <div>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</div> <div>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</div> <div>A : technologischer Hintergrund</div> <div>O : nichtschriftliche Offenbarung</div> <div>P : Zwischenliteratur</div> <div>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div> <div>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</div> <div>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</div> <div>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</div> <div>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</div>			