

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 288 877
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88106215.2

(51) Int. Cl.⁴: B05B 12/02

(22) Anmeldetag: 19.04.88

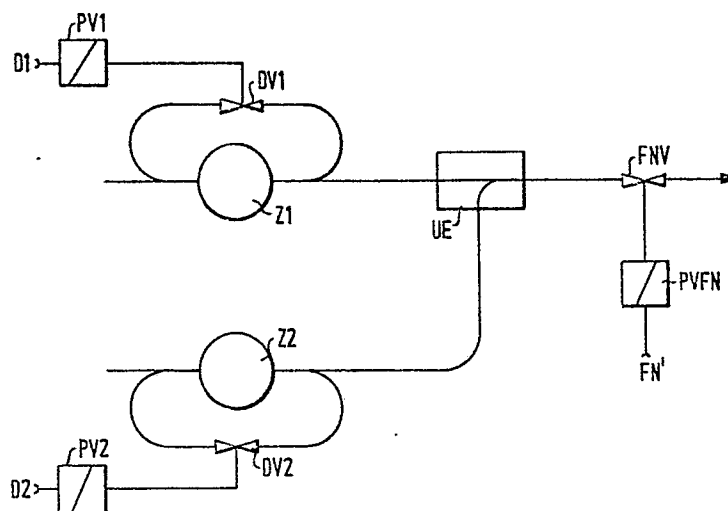
(30) Priorität: 27.04.87 DE 3714000

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.88 Patentblatt 88/44(64) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT SE(71) Anmelder: Behr Industrieanlagen GmbH & Co.
Talstrasse 14 Postfach 40
D-7121 Ingersheim 1(DE)(72) Erfinder: Vetter, Kurt, Dipl.-Ing.
Rechbergweg 24
D-7148 Remseck 3(DE)(74) Vertreter: Heusler, Wolfgang, Dipl.-Ing. et al
Dr. Dieter von Bezold Dipl.-Ing. Peter Schütz
Dipl.-Ing. Wolfgang Heusler Briener Strasse
52
D-8000 München 2(DE)

(54) Steuersystem für eine programmgesteuerte Sprühvorrichtung.

(57) Bei der serienweisen Beschichtung z.B. von Kraftfahrzeugkarossen unter Verwendung eines vorprogrammierten Lackierroboters muß die Farbe zu vorbestimmten Zeitpunkten in Abhängigkeit von den Relativpositionen zwischen Roboter und Werkstück mit selbsttätig gesteuerten Ventilen (FNV) ein- und ausgeschaltet werden. Zur Vermeidung unerwünschter Druckschwankungen sind für diese Ventile Rückführungskreise mit Drosselventilen (DV1, DV2) vorgesehen, die zu vorbestimmten, auf die Ein- und Ausschaltzeiten des Hauptventils (FNV) abgestimmten Zeitpunkten betätigt werden.

FIG. 1



Xerox Copy Centre

EP 0 288 877 A2

Steuersystem für eine programmgesteuerte Sprühhvorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Steuersystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Beispielsweise beim selbsttätigen serienweisen Beschichten von Kraftfahrzeugkarossen unter Verwendung einer programmgesteuerten Sprühhvorrichtung wie insbesondere eines Lackierroboters ist es wichtig, die Farbe an genau definierten Positionen ein- und ausschalten zu können. Die maximale Verfahrensgeschwindigkeit des Roboters kann z.B. 1500 mm/s betragen. Auf einer Bahngeraden, die mit dieser Geschwindigkeit überfahren wird, soll der Farbstrahl mit einer Genauigkeit von ± 5 mm geschaltet werden können. In der Übertragungsstrecke dürfen also keine Zeitverzögerungen auftreten, die größer sind als 3 ms. In der Praxis wird diese Toleranz jedoch überschritten. Die Robotersteuerung gibt die Stellsignale für das Farbnadelventil deshalb um eine bestimmte Vorhaltezeit früher aus, die abhängig von der jeweiligen Geschwindigkeit des Roboters fest vorgegeben wird.

Die Farbversorgung des Farbnadelventils erfolgt gewöhnlich über Leitungen, die eine Zahradpumpe od. dgl. mit einem von ihrem Ausgang zum Eingang führenden Rückführungskreis enthält, der dafür sorgen soll, daß am Ausgang der Pumpe auch bei geschlossenem Farbnadelventil stets der richtige Betriebsdruck herrschen soll, der folglich beim Öffnen des Farbnadelventils nicht erst aufgebaut werden muß. Der Rückführungskreis enthielt bisher ein Ventil, das selbsttätig durch den beim Schließen des Farbnadelventils entstehenden Farbleitungsdruck geöffnet wurde und sich dementsprechend beim Öffnen des Farbnadelventils selbsttätig wieder schließen mußte. Hierbei konnten unerwünschte Druckschwankungen entstehen, die auch die Auftreffgenauigkeit des Farbstrahls auf der zu beschichtenden Karosse beeinträchtigen können. Außerdem sprechen die durch den Farbdruck gesteuerten Ventile in Abhängigkeit von den jeweiligen rheologischen Eigenschaften (also dem Fließverhalten) des verwendeten Lackmaterials unterschiedlich an.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuersystem zu schaffen, das eine genauere Farbstrahlsteuerung der Sprühhvorrichtung ermöglicht als bisher und insbesondere auch unerwünschte Druckspitzen in dem Farbzufuhrsystem vermeidet.

Anhand der Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Farbzufuhrsystem des Farbnadelventils einer Sprühhvorrichtung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Zeitsteuereinheit;

Fig. 3 Zeitdiagramme zur Erläuterung der Schaltzeiten der Zeitsteuereinheit; und

Fig. 4 Zeitdiagramme entsprechend Fig. 3 für einen anderen Betriebsfall.

Gemäß Fig. 1 sind für das Farbnadelventil FNV zwei parallele, durch eine Farbumschalteinheit UE wählbare Leitungen für unterschiedliche Farben vorgesehen, die jeweils eine Zahradpumpe Z1 bzw. Z2 enthalten. Beide Zahradpumpen sind auch bei geschlossenem Farbnadelventil FNV ständig in Betrieb und arbeiten mit vorbestimmbarer Geschwindigkeit. Wenn die Farbnadel geschlossen ist, wird die Farbe über je einen Rückführungskreis umgeleitet, der durch ein Drosselventil DV1 bzw. DV2 geöffnet und geschlossen werden kann. Bei geöffnetem Farbnadelventil ist je nach Stellung der Farbumschalteinheit UE das Drosselventil DV1 oder das Drosselventil DV2 geschlossen. Das Farbnadelventil FNV und die beiden Drosselventile werden durch pneumatische Ventile PVFN, PV1 bzw. PV2 angesteuert, die ihrerseits durch elektrische Signale gesteuert werden können.

In dem dargestellten System treten verschiedene unvermeidbare Verzögerungen auf:

1) Zeit zwischen dem elektrischen Einschaltsignal für das Farbnadelventil FNV und dem Zeitpunkt, zu dem das Farbnadelventil seine Öffnungsstellung erreicht, die von einem im Farbnadelventil eingebauten Sensor durch ein elektrisches Rückmeldesignal (FNR) angezeigt werden kann; also die Zeit zwischen Einschalt- und Rückmeldesignal.

2) Zeit zwischen dem elektrischen Ausschaltsignal des Farbnadelventils und dem Zeitpunkt, zu dem das Farbnadelventil tatsächlich geschlossen ist. Hierfür ist bei dem betrachteten Ausführungsbeispiel keine elektrische Rückmeldung vorgesehen; es wird vielmehr angenommen, daß diese Verzögerungszeit gleich der Einschaltverzögerung des Farbnadelventils ist oder in fester Relation zu ihr steht.

3) Zeit zwischen dem elektrischen Einschaltsignal des Drosselventils DV1 und dem Zeitpunkt, zu dem dieses Ventil wirklich geöffnet ist.

4) Zeit zwischen dem elektrischen Ausschaltsignal für das Drosselventil DV1 und dem Zeitpunkt, zu dem das Ventil geschlossen ist.

5) Zeit zwischen dem elektrischen Einschaltsignal des Drosselventils DV2 und dem Zeitpunkt, zu dem das Ventil geöffnet ist.

6) Zeit zwischen dem elektrischen Ausschaltsignal des Drosselventils DV2 und dem Zeitpunkt, zu dem das Ventil geschlossen ist.

Diese Verzögerungen werden mit der in Fig. 2 schematisch dargestellten, beispielsweise einen

Mikroprozessor enthaltenden Zeitsteuereinheit kompensiert, die von der übergeordneten Roboterprogrammsteuerung binäre Ein- und Ausschaltbefehle FN für das Farbnadelventil empfängt. Aufgrund des Einschaltbefehls FN erzeugt die Zeitsteuereinheit ZST zu einstellbaren späteren Zeitpunkten elektrische Schaltsignale FN, D1 und D2 zum Ein- und Ausschalten des Farbnadelventils FNV und der Drosselventile DV1 und DV2. Diese Schaltsignale steuern die in Fig. 1 gezeigten pneumatischen Ventile PVFN, PV1 bzw. PV2. Der Zeitsteuereinheit wird ferner das Rückmeldesignal FNR zugeführt, das von dem Farbnadelventil bei Erreichen seiner Offen-Stellung erzeugt wird.

Die Zeitlagen der erwähnten Signale sind in Fig. 3 dargestellt. Die Zeitsteuereinheit ZST empfängt zum Zeitpunkt t_0 von der Roboterprogrammsteuerung den Einschaltbefehl FN und erzeugt daraufhin nach der eingestellten Wartezeit bis zum Zeitpunkt t_1 das Einschaltsignal FN für das Farbnadelventil. Nach der gemessenen Farbnadelzeit T8, d.h. der vom Farbnadelventil bis zum Öffnen benötigten Dauer, wird vom Farbnadelventil zum Zeitpunkt t_2 das Rückmeldesignal FNR erzeugt. Nach der Farbflugzeit T6 trifft die Farbe zum Zeitpunkt t_3 auf der zu beschichtenden Karosse auf. Die Gesamtzeit zwischen t_0 und t_3 ist die im Roboterprogramm als Prozeßparameter vorgesehene Einschaltzeit (Vorhaltezeit) T0 des Farbnadelventils.

Ähnlich ist die ebenfalls als Prozeßparameter benötigte Ausschaltzeit T1 des Farbnadelventils erkennbar. Sie setzt sich zusammen aus der Zeit zwischen Verschwinden des übergeordneten Einschaltbefehls FN zum Zeitpunkt t_4 und des von der Zeitsteuereinheit ZST erzeugten Schaltsignals FN zum Zeitpunkt t_5 , der Abschaltverzögerungszeit des Farbnadelventils, die hier als gleich der gemessenen Einschalt-Farbnadelzeit T8 angenommen wird, sowie wieder der Farbflugzeit T6. Zum Zeitpunkt t_6 endet also die Beschichtung der Karosse.

In Fig. 3 sind ferner die Ein- und Ausschaltzeiten T2 bzw. T3 des Drosselventils DV1 sowie die Ein- und Ausschaltzeiten T4 bzw. T5 des zweiten Drosselventils DV2 eingetragen, die erkennen lassen, zu welchen Zeitpunkten die Schaltsignale D1 bzw. D2 der Drosselventile erzeugt werden und enden. Diese Zeitpunkte werden in der Zeitsteuereinheit ZST so eingestellt, daß sich in der Praxis optimale Druckverhältnisse in den Farbzufuhrschläuchen zwischen den Zahnradpumpen Z1, Z2 (Fig. 1) und dem Farbnadelventil FNV ergeben, und können beispielsweise durch entsprechenden Versuchsbetrieb ermittelt werden.

Die Drosselschaltzeiten liegen bei dem in Fig. 3 dargestellten Beispiel vor den Farbnadel-schaltzeiten. In anderen Fällen kann es sich aber z.B. aufgrund anderer Ventilkonstruktionen oder

Leitungsverhältnisse als notwendig erweisen, die Drosselventile zeitlich nach dem Farbnadelventil zu schalten. Dieser Fall ist in Fig. 4 dargestellt, die im übrigen Fig. 3 entspricht und somit keiner weiteren Erläuterung bedarf.

Ein besonderes Problem kann sich durch selbsttätige, beispielsweise auf Reibungsänderungen oder Verschleiß beruhenden Änderungen der tatsächlichen Farbnadelzeit T8 im Laufe der Zeit ergeben. Wenn die Farbnadelzeit T8 kürzer oder länger ist als der beim Programmieren des Roboters und bei den Einstellungen der Zeitsteuereinheit ZST zugrundegelegte Wert, ergeben sich nicht nur mehr oder weniger große Beschichtungsfehler an der Karosse, sondern es können auch Druckfehler im Leitungssystem auftreten, weil die Schaltzeiten der Drosselventile nicht mehr auf die tatsächlichen Öffnungs- und Schließzeiten des Farbnadelventils abgestimmt sind.

Zur Lösung dieses Problems ist in dem hier beschriebenen System eine theoretisch errechnete maximal zulässige Farbnadelzeit T7 zugrundegelegt, deren Dauer von der gemessenen Zeit T8 nicht überschritten werden darf. Im Normalbetrieb ist die Dauer von T8 kürzer als T7, und damit das Farbnadelventil genau zum richtigen Zeitpunkt t_2 (Fig. 3) geöffnet wird, schaltet die Zeitsteuereinheit das Farbnadelventil um eine der Differenz entsprechende Zeitspanne dt später ein, als es bei Zugrundelegung der theoretischen Farbnadelzeit T7 der Fall wäre.

Wenn nun durch Messung der tatsächlichen Farbnadelzeit T8 in der oben erwähnten Weise eine Änderung ihrer früher gemessenen Dauer festgestellt wird, kann diese Änderung in der Farbsteuereinheit durch vorzugsweise selbsttätiges Anpassen der Zeitspanne dt kompensiert werden.

Wenn sich die gemessene Farbnadelzeit T8 im Laufe der Zeit so vergrößert, daß sie nicht mehr durch Verringerung von dt kompensiert werden kann, d.h. die Zeitspanne dt gegen Null gehen oder negativ werden und die Farbnadelzeit T8 gleich oder größer als T7 würde, dann wird von der Zeitsteuereinheit ZST ein Alarmsignal AL erzeugt und unter gleichzeitiger Öffnung der Drosselventile das Farbnadelventil gesperrt. Bevor dies geschieht, besteht die Möglichkeit, zunächst ein Warnsignal W zu erzeugen, sobald sich der gemessene Wert der Farbnadelzeit T8 einer kritischen Grenze nähert.

Es kann zweckmäßig sein, in der Steuereinheit die laufend gemessene Farbnadelzeit T8 nicht direkt mit dem gespeicherten Normalwert entsprechend der Zeit T7 zu vergleichen, sondern aus einer Mehrzahl jeweils letzter Messungen zunächst einen Mittelwert zu bilden. Erst wenn dieser Mittelwert die betreffende Grenze überschreitet, werden die Warn- bzw. Alarmsignale erzeugt.

Die im Rahmen der Kompensation durch die Zeitspanne dt möglichen Einschaltzeitpunkte t_1 sollen bei dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel früherer Drosselschaltzeiten nicht vor Ablauf einer Zeitspanne $\max(T_2, T_4)$ nach dem Zeitpunkt t_0 liegen, die der maximal möglichen Einschaltzeit T_2 bzw. T_4 der Drosselventile DV1 und DV2 entspricht. Beim Abschalten wird die maximal mögliche Zeitspanne $\max(T_3, T_5)$ der Abschaltzeiten der Drosselventile bei der Wahl der Zeitpunkte t_4 und t_5 berücksichtigt.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Fall der Drosselventilbetätigung nach der Farbventilbetätigung kann sich die Kompensationszeitspanne dt dagegen unmittelbar an den Zeitpunkt der Erzeugung des Schaltbefehls FN durch die Programmsteuerung anschließen, und zwar sowohl beim Einschalten als auch beim Ausschalten.

Die sich ggf. ändernde Farbnadelzeit T_8 und die von der Zeitsteuereinheit zur Kompensation entsprechend nachgeführte Zeitspanne dt können vom Bedienungspersonal laufend mit Hilfe eines Bildschirms überwacht werden, der über eine Schnittstelle SCHN an die in Fig. 2 dargestellte Steuereinheit ZST angeschlossen sein kann. Über diese Schnittstelle können auch die erforderlichen Zeiten eingestellt und geändert werden.

Die Druckverhältnisse zwischen den Zahnradpumpen Z1 und Z2 und dem Farbnadelventil FNV hängen nicht nur von den richtigen Schaltzeitpunkten des Farbnadelventils und der Ventile in den Rückführungskreisen der Zahnradpumpen ab, sondern auch von den rheologischen Eigenschaften des der Sprühhvorrichtung zugeführten Fluids. Damit dieser Einfluß berücksichtigt werden kann, handelt es sich bei den Ventilen in den Rückführungskreisen vorzugsweise um Drosselventile, die nicht nur ein- und ausschaltbar sind, sondern durch äußere Steuersignale (in nicht dargestellter Weise) auf den jeweils günstigsten Druck am Ausgang der Förderpumpe eingestellt werden können. Bei Messung der rheologischen Eigenschaften des geförderten Fluids ist auch eine Nachregelung der Drosselventile in einem geschlossenen Regelkreis möglich.

Die Erfindung ist auch für Sprühhvorrichtungen geeignet, denen über das Hauptventil nicht wie bei dem beschriebenen Beispiel ein Farbmaterial, sondern ein anderes Fluid wie z.B. Druckluft zugeführt wird.

Ansprüche

1) Steuersystem für eine programmgesteuerte Sprühhvorrichtung, mit einem zu vorbestimmten Zeiten selbsttätig ein- und ausschaltbaren Hauptventil (FNV) der Sprühh-

vorrichtung für ein Fluid, das von mindestens einer eine Förderpumpe (Z1, Z2) enthaltenden Leitung zugeführt wird, und mit einem vom Ausgang der Förderpumpe (Z1, Z2) zu deren Eingang führenden Rückführungskreis, der ein Ventil (DV1, DV2) enthält, das beim Öffnen des Hauptventils (FNV) geschlossen und beim Schließen des Hauptventils geöffnet wird,

dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (DV1, DV2) im Rückführungskreis der Förderpumpe (Z1, Z2) durch von einer äußeren Steuereinheit (ZST) angelegte Steuersignale (D1, D2) zu vorbestimmten Zeiten betätigt wird, die auf die Ein- und Ausschaltzeiten des Hauptventils (FNV) abgestimmt und einstellbar sind.

2) Steuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (DV1, DV2) im Rückführungskreis ein Drosselventil ist, mit dem der Druck am Ausgang der Förderpumpe (Z1, Z2) einstellbar ist, und daß das Drosselventil (DV1, DV2) von der äußeren Steuereinheit (ZST) in Abhängigkeit von den rheologischen Eigenschaften des der Sprühhvorrichtung zugeführten Fluids gesteuert wird.

3) Steuersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmten Schaltzeiten des Hauptventils (FNV) und/oder des Drosselventils (DV1, DV2) in Abhängigkeit von beim Betrieb der Sprühhvorrichtung gemessenen Ansprechverzögerungszeiten von der Steuereinheit (ZST) selbsttätig geändert werden.

4) Steuersystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hauptventil (FNV) eine Meßeinrichtung zum Messen der Zeitdauer enthält, die zwischen dem Anlegen eines Schaltsignals (FN') zum Öffnen des Hauptventils (FNV) und dem Zeitpunkt (t_2) benötigt wird, bei dem das Ventil tatsächlich geöffnet ist.

5) Steuersystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (FNV) ein Rückmeldesignal (FNR) für die Steuereinheit (ZST) erzeugt, wenn es seine vollgeöffnete Stellung erreicht.

6) Steuersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventile (DV1, DV2, FNV) von pneumatischen Steuerleitungen gesteuert werden, die elektrisch gesteuerte Schaltventile (PV1, PV2) enthalten.

FIG. 1

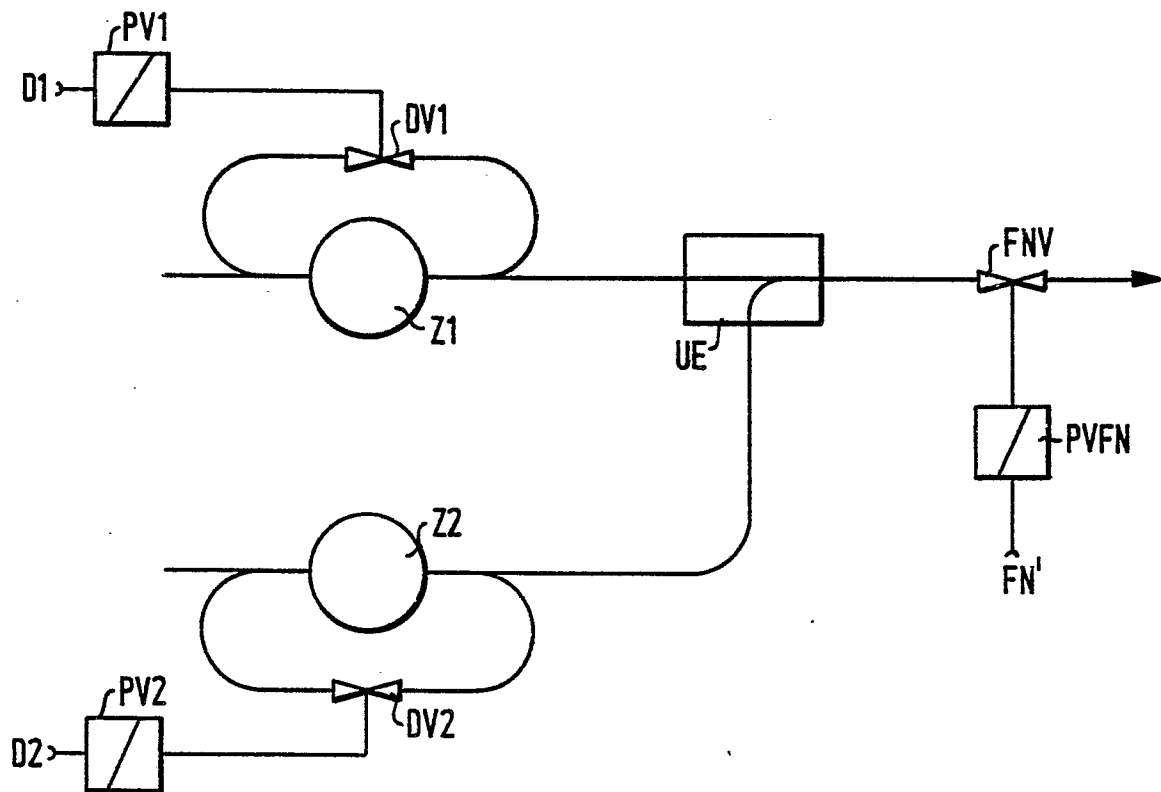


FIG. 2

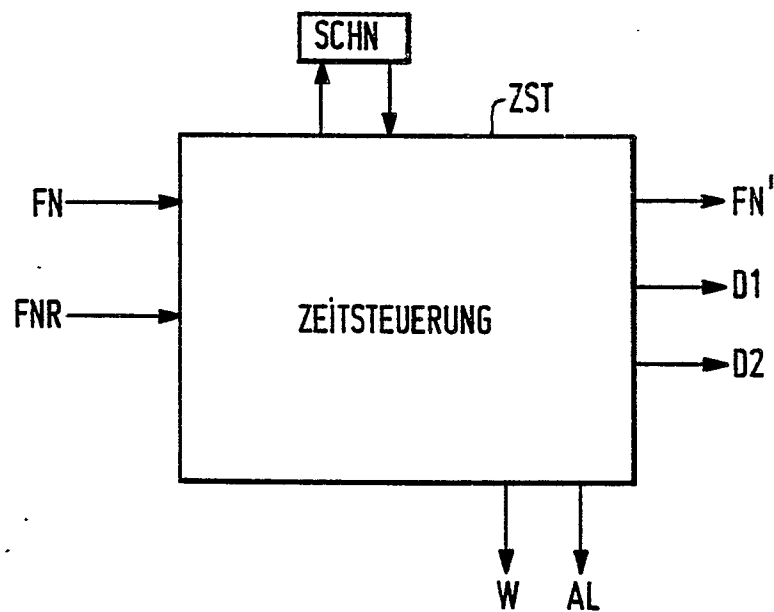


FIG. 3

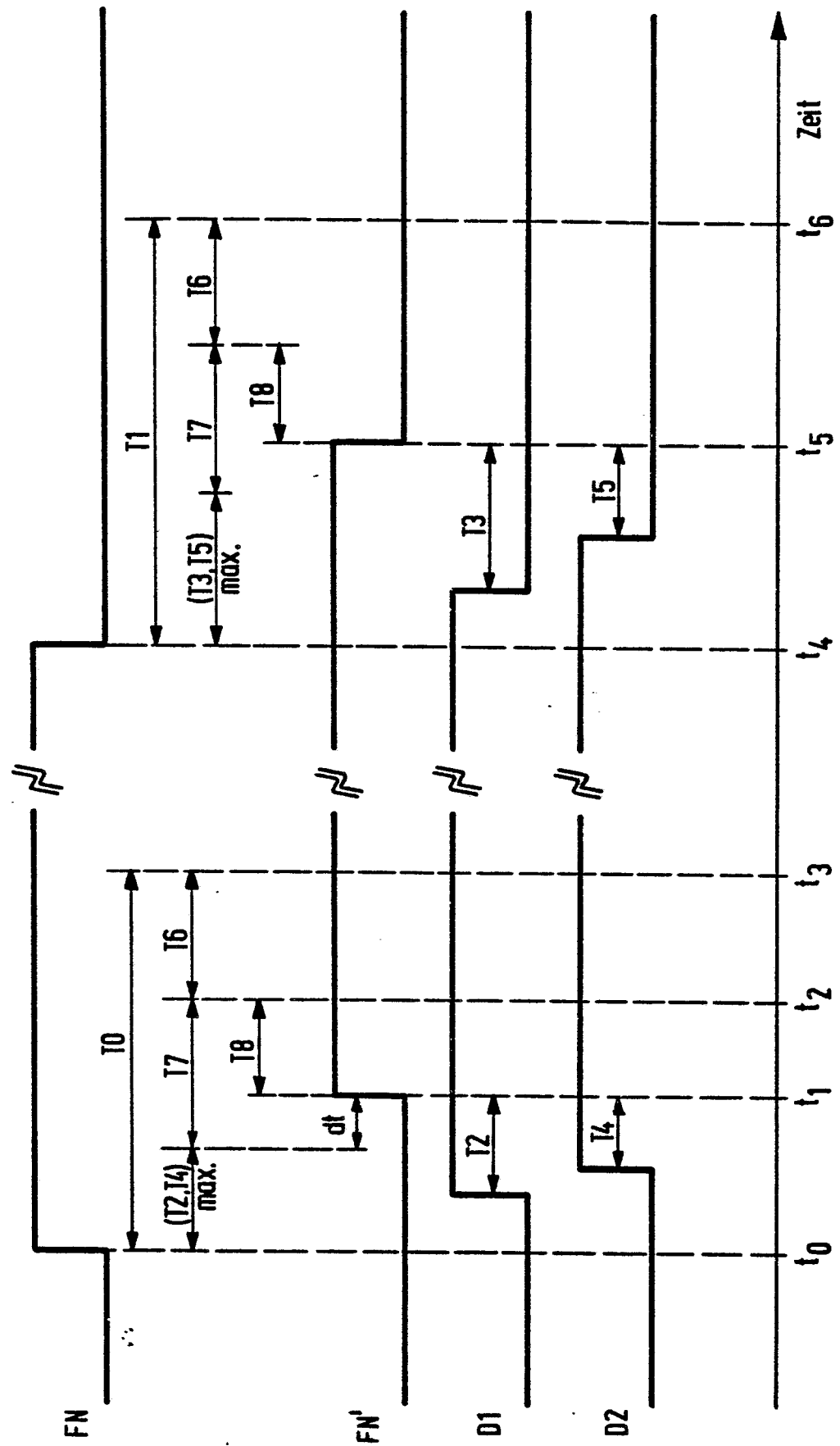


FIG. 4

