



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 031 402 A1** 2007.01.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 031 402.6**

(22) Anmeldetag: **05.07.2006**

(43) Offenlegungstag: **18.01.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H02P 29/00** (2006.01)

H02P 6/08 (2006.01)

H02P 7/29 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

94124128 15.07.2005 TW

(71) Anmelder:

Delta Electronics, Inc., Kuei San, Taoyuan, TW

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Kewitz & Kollegen Partnerschaft,
60325 Frankfurt**

(72) Erfinder:

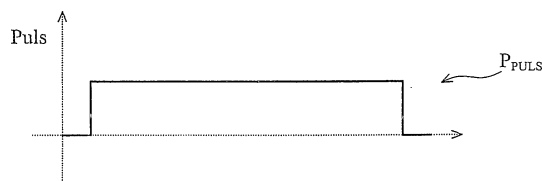
**Ma, Wen-Chuan, Kuei San, Taoyuan, TW; Chen,
Yen-Hung, Kuei San, Taoyuan, TW; Kuo, Po-Tsun,
Kuei San, Taoyuan, TW; Chiu, Chung-Lung, Kuei
San, Taoyuan, TW**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Einrichtung zum Steuern oder Regeln eines Motors**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Regelung bzw. Steuerung eines Motors. Die Motorsteuereinrichtung umfasst eine programmierbare integrierte Schaltung (IC), die ein Phasensignal empfängt, dessen Phase mit der Drehphase einer Spule bzw. Wicklung des Motors übereinstimmt. Der programmierbare IC erzeugt ein Tastverhältnis-Signal in Entsprechung zu der Periode des Phasensignals. Das Tastverhältnis-Signal umfasst ein ansteigendes Segment und ein abfallendes Segment und das von dem Tastverhältnis-Signal repräsentierte Tastverhältnis ist dann, wenn sich die Phase des Phasensignals ändert, ein erstes Tastverhältnis, so dass die Eingangsleistung des Motors auf einem Minimum verbleiben kann. Das Tastverhältnis-Signal wird der Spule bzw. Wicklung eingegeben, um einen AN- und Aus-Zustand der Spule bzw. Wicklung zu steuern, um so den Motor zu drehen.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein ein Verfahren und eine Einrichtung zum Steuern oder Regeln eines Motors und betrifft insbesondere ein Verfahren und eine Einrichtung zum Steuern oder Regeln eines Motors unter Verwendung einer programmierbaren integrierten Schaltung (IC), um Lärm und Stromimpulse zu reduzieren.

[0002] Aktuelle Techniken zur Regelung bzw. Steuerung von Motoren haben eine gewisse technische Reife erreicht. Schaltungen sind bekannt, die das Hochfahren eines Motors sowie eine Änderung und Begrenzung der Motorgeschwindigkeit steuern, sowie auch andere Funktionen.

[0003] Eine herkömmliche Einrichtung zur Regelung bzw. Steuerung eines Motors umfasst einen Pulsweiten-Modulation-Generator, eine Treiberschaltung, ein Hall-Element und einen Spulen-Schaltkreis (Coil Switching Circuit). Die Treiberschaltung empfängt ein Pulsweiten-Modulationsignal (PWM) von dem Pulsweiten-Modulation-Generator und erzeugt ein Treibersignal für den Spulen-Schaltkreis. Wenn das Treibersignal empfangen wird, gibt der Spulen-Schaltkreis in der Folge das Treibersignal an eine Spule bzw. Wicklung eines Motors aus und schaltet auf diese Weise die Stromrichtungen in zwei benachbarten Phasen der Spule bzw. Wicklung, was eine Drehbewegung des Motors aufrechterhält.

[0004] Das zwischen dem Motor und die Treiberschaltung geschaltete Hall-Element detektiert das von dem Motor erzeugte Signal, um ein Phasensignal für die Treiberschaltung zu erzeugen. Wie in der [Fig. 1A](#) gezeigt, kann das Phasensignal P_{PULS} ein Rechtecksignal sein. Weil das Tastverhältnis $D\%$, das durch das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} erzeugt wird, für herkömmliche Treiberschaltungen unveränderlich ist, wie in der [Fig. 1B](#) gezeigt, schaltet das Pulsweite-Modulations-Signal (PWM) P_{PWM} zwischen AN-Zuständen und AUS-Zuständen, wie in der [Fig. 1C](#) gezeigt, wenn das Phasensignal die Phase ändert. Laute Geräusche und Stromimpulse treten typischerweise auf, wenn sich die Stromrichtung ändert, insbesondere bei Anwendungen in einem Lüftermotor, was dessen Anwendungsbereich beschränkt.

Aufgabenstellung

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Um die vorgenannten Probleme zu beheben, stellt die Erfindung ein Verfahren zum Regeln oder Steuern eines Motors bereit, bei dem dann, wenn das Phasensignal die Phase ändert, das Tastverhältnis

des PWM-Signals auf ein erstes Tastverhältnis eingestellt wird, bei dem die Eingangsleistung des Motors minimal ist, was zu einer Verlangsamung bei einer Phasenänderung führt, was Lärm und Stromimpulse reduziert, die von dem Motor erzeugt werden.

[0006] Ferner wird eine Einrichtung zum Regeln oder Steuern eines Motors bereitgestellt. Die Einrichtung zum Regeln oder Steuern des Motors treibt einen Motor und umfasst eine programmierbare integrierte Schaltung (IC), die ein Phasensignal erhält, das die selbe Phase hat wie die Drehphase einer Spule bzw. Wicklung des Motors. Der programmierbare IC erzeugt ein Tastverhältnis-Signal in Entsprechung zur Periode des Phasensignals, wobei der Wert des Tastverhältnis-Signals ein erstes Tastverhältnis ist, wenn das Phasensignal die Phase ändert, und die Eingangsleistung des Motors gleichzeitig minimal ist. Dies verringert eine Geschwindigkeit, wenn sich die Phase ändert, was Lärm und Stromimpulse reduziert, die von dem Motor erzeugt werden.

Ausführungsbeispiel

Figurenübersicht

[0007] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen in nicht beschränkender Weise beschrieben werden, die in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind, worin gleiche Bezugszeichen identische oder gleich wirkende Elemente bezeichnen. Es zeigen:

[0008] [Fig. 1A](#) eine Signalform einer Phasensignalarückkopplung von einem Motor;

[0009] [Fig. 1B](#) eine Signalform eines herkömmlichen Tastverhältnis-Signals mit festem Tastverhältnis;

[0010] [Fig. 1B](#) eine Signalform eines PWM-Signals, das dem in der [Fig. 1B](#) gezeigten Tastverhältnis-Signal entspricht;

[0011] [Fig. 2](#) ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Regeln eines Motors gemäß der Erfindung;

[0012] [Fig. 3A](#) eine Signalform einer Phasensignalarückkopplung von einem Motor;

[0013] [Fig. 3B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0014] [Fig. 3C](#) eine Signalform eines PWM-Signals, das dem Tastverhältnis-Signal gemäß der [Fig. 3B](#) entspricht;

[0015] [Fig. 4A](#) eine Signalform einer Phasensignalarückkopplung von einem Motor;

[0016] [Fig. 4B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0017] [Fig. 4C](#) eine Signalform eines PWM-Signals, das dem in der [Fig. 4B](#) gezeigten Tastverhältnis-Signal entspricht;

[0018] [Fig. 5A](#) eine Signalform einer Phasensignalsrückkopplung von einem Motor;

[0019] [Fig. 5B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0020] [Fig. 5C](#) eine Signalform eines PWM-Signals, das dem in der [Fig. 4B](#) gezeigten Tastverhältnis-Signal entspricht;

[0021] [Fig. 6A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0022] [Fig. 6B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0023] [Fig. 7A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0024] [Fig. 7B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0025] [Fig. 8A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0026] [Fig. 8B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0027] [Fig. 9A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0028] [Fig. 9B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0029] [Fig. 10A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0030] [Fig. 10B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0031] [Fig. 11A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0032] [Fig. 11B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0033] [Fig. 12A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0034] [Fig. 12B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0035] [Fig. 13A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0036] [Fig. 13B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem elften Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0037] [Fig. 14A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0038] [Fig. 14B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem zwölften Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0039] [Fig. 15A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0040] [Fig. 15B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem dreizehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0041] [Fig. 16A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0042] [Fig. 16B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem vierzehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0043] [Fig. 17A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0044] [Fig. 17B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem fünfzehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0045] [Fig. 18A](#) eine Signalform eines Phasensignals, das von einem Motor rückgekoppelt wird;

[0046] [Fig. 18B](#) eine Signalform eines Tastverhältnis-Signals gemäß einem sechzehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0047] [Fig. 19](#) die erste Hardwareschaltung, welche die Einrichtung zum Regeln oder Steuern des Motors gemäß der Erfindung einsetzt;

[0048] [Fig. 20](#) die zweite Hardwareschaltung, welche die Einrichtung zur Regelung oder Steuerung eines Motors gemäß der Erfindung einsetzt;

[0049] [Fig. 21](#) die dritte Hardwareschaltung, welche die Einrichtung zur Regelung oder Steuerung eines Motors gemäß der Erfindung einsetzt;

[0050] [Fig. 22](#) die vierte Hardwareschaltung, welche die Einrichtung zur Regelung oder Steuerung eines Motors gemäß der Erfindung einsetzt;

[0051] [Fig. 23](#) die fünfte Hardwareschaltung, welche die Einrichtung zur Regelung oder Steuerung eines Motors gemäß der Erfindung einsetzt;

[0052] [Fig. 24](#) die sechste Hardwareschaltung, welche die Einrichtung zur Regelung oder Steuerung eines Motors gemäß der Erfindung einsetzt.

Ausführliche Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen

[0053] Die Erfindung verwendet eine programmierbare integrierte Schaltung (IC), um einen Motor zu regeln, gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel auch zu steuern, bei dem es sich um einen bürstenlosen Gleichstrommotor (DC Brushless Motor) oder einen Gleichstrommotor mit Bürsten (DC Brush Motor) handelt. Gemäß der [Fig. 2](#) umfasst das Verfahren zum Regeln eines Motors gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in dem Schritt S1 den Empfang eines Phasensignals, das von einem Hall-Element erzeugt wird, das zwischen den programmierbaren IC und den Motor geschaltet ist. Die Phase des Phasensignals ist konsistent zu der Drehphase einer Spule bzw. Wicklung des Motors, kann jedoch in der Phase vorlaufen oder nacheilen. Außerdem können Nutzer das Phasensignal extern in Entsprechung zu den Anforderungen des Designs eingeben.

[0054] In dem Schritt S2 erzeugt der programmierbare IC ein entsprechendes Tastverhältnis-Signal (Duty Cycle Signal) entsprechend der Periode des Phasensignals, wobei der Wert des Tastverhältnis-Signals dann, wenn das Phasensignal die Phase ändert, ein erstes Tastverhältnis (Duty Cycle) ist, so dass die Eingangsleistung des Motors minimal sein kann.

[0055] In dem Schritt S3 wird das Tastverhältnis-Signal einer Spule bzw. Wicklung des Motors eingegeben, um die Spule bzw. Wicklung zu schalten.

[0056] Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung werden nachfolgend ausführlicher beschrieben.

[0057] Die [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, wobei die [Fig. 3A](#) die Halbperiode eines Phasensignals P_{PULS} zeigt, [Fig. 3B](#) die Signalform eines Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} zeigt und die [Fig. 3C](#) die Signalform eines Pulsweiten-Modulation-Signals (PWM) P_{PWM} zeigt, das dem in der [Fig. 3B](#) gezeigten Tastverhältnis-Signal entspricht. Das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein dreieckförmiges Signal, wobei das Tastverhältnis, welches dieses

repräsentiert, von einem ersten Tastverhältnis D_0 , irgendeinem Wert zwischen 0% und 100%, auf ein zweites Tastverhältnis T_1 ansteigt, nämlich einem beliebigen Wert zwischen D_0 und 100%, und in Entsprechung zu der maximalen Eingangsleistung des Motors eine Einstellung vornimmt und dann von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 abfällt. Es sei darauf aufmerksam gemacht, dass der Steigungswert des ansteigenden Segments des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} derselbe ist wie für das abfallende Segment des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} .

TY.

[0058] Wie in der [Fig. 3C](#) gezeigt, ist das PWM-Signal P_{PWM} , das der Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} entspricht, in Zeitintervalle $T_1, T_2, \dots, T_{n-1}, T_n, T_{n+1}, \dots, T_{2n-1}$ und T_{2n} unterteilt und betragen die Intervalle von jedem Zeitintervall für AN-Zustände und AUS-Zustände T_a bzw. T_b . Die Beziehung zwischen T_a und T_b wird durch die folgenden Formeln wieder gegeben:

1.

$$T_{a,1} < T_{a,2} < \dots < T_{a,n-1} < T_{a,n} > T_{a,n+1} > \dots > T_{a,2n-1} > T_{a,2n}$$

2.

$$T_{b,1} > T_{b,2} > \dots > T_{b,n-1} > T_{b,n} < T_{b,n+1} < \dots < T_{b,2n-1} < T_{b,2n}$$

[0059] Wobei eine Anschaltzeit nahe dem Zeitpunkt, zu dem das Phasensignal die Phase ändert, kürzer ist. Außerdem ist dann, wenn das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, der Wert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} das erste Tastverhältnis D_0 ; das heißt, dass die Eingangsleistung für die Spule bzw. Wicklung minimal ist oder gar Null beträgt, wenn das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, so dass der Motor bei einer niedrigen Geschwindigkeit drehen kann oder sich aufgrund von Trägheit weiterdrehen wird, wenn die Richtung geändert wird. Folglich werden Lärm und Stromimpulse reduziert, die aufgrund der elektromotorischen Gegenkraft und des Motor-drehmoments erzeugt werden.

[0060] Die [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} trapezförmig ist und das durch dieses repräsentierte Tastverhältnis von dem ersten Tastverhältnis D_0 (einem beliebigen Wert zwischen 0% und 100%) auf das zweite Tastverhältnis D_1 (einem beliebigen Wert zwischen D_0 und 100%) ansteigt; nach Halten des zweiten Tastverhältnisses D_1 über einen Zeitraum fällt dieses von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 ab. Es sei angemerkt, dass der Steigungswert des ansteigenden Segments des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} derselbe ist wie derjenige des abfallenden Segments des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} .

[0061] Wie in der [Fig. 4C](#) gezeigt, ist das PWM-Signal P_{PWM} , das der Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} entspricht, in Zeitintervalle $T_1, T_2, \dots, T_{n-1}, T_n, T_{n+1}, \dots, T_{2n-1}$ und T_{2n} , wobei die Intervalle für jeden der AN-Zustände und AUS-Zustände T_a bzw. T_b beträgt. Die Beziehung zwischen T_a und T_b ist durch die folgende Beziehung wiedergegeben:

1.

$$T_{a,1} < T_{a,2} < \dots = T_{a,n-1} = T_{a,n} = T_{a,n+1} = \dots > \dots > T_{a,2n-1} > T_{a,2n}$$

2.

$$T_{b,1} > T_{b,2} > \dots = T_{b,n-1} = T_{b,n} = T_{b,n+1} = \dots < \dots < T_{b,2n-1} < T_{b,2n}$$

[0062] Anders als beim ersten Ausführungsbeispiel ist der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} größer und wird das Tastverhältnis bei dem zweiten Tastverhältnis D_1 über einen Zeitraum gehalten. Ein solcher Unterschied kann für verschiedene Regelungen bzw. Steuerungen der Motordrehbewegung verwendet werden. Weiterhin ist hierbei das Tastverhältnis, das durch das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} repräsentiert ist, das erste Tastverhältnis D_0 , wenn sich die Phase des Phasensignals ändert, was Lärm und Stromimpulse reduziert, die aufgrund der elektromotorischen Gegenkraft und des Motordrehmoments erzeugt werden.

[0063] Die [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5C](#) zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein sinusförmiges Signal ist und das Tastverhältnis, das durch dieses repräsentiert wird, von dem ersten Tastverhältnis D_0 (einem beliebigen Wert zwischen 0% und 100%) auf das zweite Tastverhältnis D_1 (einem beliebigen Wert zwischen D_0 und 100%) ansteigt und dann von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 abfällt. Es sei angemerkt, dass das Bogenmaß der ansteigenden Kurve dasselbe ist wie dasjenige der abfallenden Kurve.

[0064] Wie in der [Fig. 5C](#) gezeigt, ist das PWM-Signal P_{PWM} , das der Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} entspricht, unterteilt in $T_1, T_2, \dots, T_{n-1}, T_n, T_{n+1}, \dots, T_{2n-1}$ und T_{2n} , wobei die Intervalle für jeden der AN-Zustände und AUS-Zustände T_a und T_b betragen. Die Beziehung zwischen T_a und T_b wird durch die folgenden Formeln wiedergegeben.

1.

$$T_{a,1} < T_{a,2} < \dots < T_{a,n-1} < T_{a,n} > T_{a,n+1} > \dots > T_{a,2n-1} > T_{a,2n}$$

2.

$$T_{b,1} > T_{b,2} > \dots > T_{b,n-1} > T_{b,n} < T_{b,n+1} < \dots < T_{b,2n-1} < T_{b,2n}$$

[0065] Anders als bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen ist das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} nichtlinear. Ein solcher Unterschied kann auch für verschiedene Regelungen bzw. Steuerungen der Motordrehung verwendet werden. Weiterhin ist hierbei das Tastverhältnis, das durch das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} repräsentiert wird, das erste Tastverhältnis D_0 , wenn das Phasensignal die Phase ändert, was Lärm und Stromimpulse reduziert, die aufgrund der elektromotorischen Gegenkraft und des Motordrehmoments erzeugt werden.

[0066] Das erste Tastverhältnis D_0 des ersten bis dritten Ausführungsbeispiels, das eine minimale Eingangsleistung des Motors ermöglicht, ist ein Wert zwischen 0% und dem zweiten Tastverhältnis D_1 . Die Geschwindigkeit bzw. Drehzahl des Motors nimmt zu, wenn das Tastverhältnis-Signal ausgehend von 0% sich 100% annähert. Andererseits kann die Geschwindigkeit bzw. Drehzahl des Motors abfallen, wenn sich das Tastverhältnis-Signal ausgehend von 0% einem Wert von 100% annähert. Solche Modifikationen sind dem Fachmann auf diesem Gebiet geläufig und werden deshalb nicht ausführlicher beschrieben.

[0067] Die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) zeigen ein viertes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein Dreieckssignal ist. Anders als bei dem ersten Ausführungsbeispiel, steigt, nach Halten des ersten Tastverhältnisses D_0 über einen Zeitraum T_d , das Tastverhältnis, das durch das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} repräsentiert wird, auf das zweite Tastverhältnis D_1 an und fällt dann von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 und wird während des Zeitintervalls T_d gehalten.

[0068] Es sei angemerkt, dass der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} von D_0 bis D_1 und von D_1 bis D_0 gleich ist und durch die nachfolgende Gleichung wiedergegeben wird:

$$m = (D_1 - D_0) / (T_a / 2 - T_d);$$

wobei T_a die Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} ist, T_d eine Konstante zwischen 0 und $T_a/2$ ist und das erste Tastverhältnis D_0 und das zweite Tastverhältnis D_1 feste Werte zwischen 0% und 100% sind, wobei $D_1 > D_0$ gilt.

[0069] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird dann, wenn das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} über einen Zeitraum von zwei T_d verzögert, was gewährleistet, dass kein Lärm und keine Stromimpulse aufgrund der elektromotorischen Gegenkraft und des Motordrehmoments erzeugt werden, was somit zu einem besseren Leistungsverhalten führt.

[0070] Die [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) zeigen ein fünftes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein Dreieckssignal ist. Anders als bei dem vierten Ausführungsbeispiel ist der Steigungswert m_1 des ansteigenden Segments des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} anders als der Steigungswert m_2 des abfallenden Segments des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} , wobei die Steigungswerte m_1 und m_2 durch die nachfolgende Formel erhalten werden:

$$m_1 = (D_1 - D_0) / (T_a / 2 - T_d)$$

und wobei m_2 gleich m_1 plus einem Einstellwert ist; wobei T_a die Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} ist, T_d eine Konstante zwischen 0 und $T_a / 2$ ist und das erste Tastverhältnis D_0 und das zweite Tastverhältnis D_1 feste Werte zwischen 0% und 100% sind, wobei gilt: $D_1 > D_0$:

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} für unterschiedliche Motoren eingestellt. Auch sei angemerkt, dass der Steigungswert m_1 nicht darauf beschränkt ist, größer zu sein als der Steigungswert m_2 . Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, ist das durch das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} repräsentierte Tastverhältnis das erste Tastverhältnis D_0 , was gewährleistet, dass kein Lärm und keine Stromimpulse aufgrund der elektromotorischen Gegenkraft und des Motordrehmoments erzeugt werden.

[0071] Die [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) zeigen ein sechstes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein trapezförmiges Signal ist. Anders als bei dem zweiten Ausführungsbeispiel hält das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} den Wert bei dem ersten Tastverhältnis D_0 über einen Zeitraum T_d und steigt dieses dann auf das zweite Tastverhältnis D_1 an. Es fällt dann von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 ab und wird über einen Zeitraum gehalten.

[0072] Es sei angemerkt, dass Steigungswert des ansteigenden Segments des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} gleich dem Steigungswert des abfallenden Segments des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} ist und durch die nachfolgende Formel wiedergegeben ist:

$$m = (D_1 - D_0) / (T_a / 2 - T_d - T_c);$$

wobei T_a die Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} ist, T_d eine Konstante zwischen 0 und $T_a / 2$ ist und das erste Tastverhältnis D_0 und das zweite Tastverhältnis D_1 feste Werte zwischen 0% und 100% sind, wobei gilt: $D_1 > D_0$.

[0073] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} gehalten, wenn dieses das zweite Tastverhältnis D_1 erreicht und legt der programmierbare IC fest, ob ein Zeitintervall $T_a / 2$ verstri-

chen ist; falls dies der Fall ist, wird dieses Intervall als Zeitintervall T_c festgelegt und wird das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} über ein weiteres Zeitintervall T_c gehalten. Das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} fällt dann von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 ab.

[0074] Ein solches Design kann zur Regelung oder Steuerung einer Motordrehzahl in anderer Weise als bei dem zweiten Ausführungsbeispiel verwendet werden. Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, muss das Tastverhältnis auf das erste Tastverhältnis D_0 abgesenkt werden, um eine Steuerung des Betriebsverhaltens zu gewährleisten.

[0075] Die [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) zeigen ein siebtes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein Dreieckssignal ist. Anders als bei dem vierten Ausführungsbeispiel stellt der Wendepunkt des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} ein Tastverhältnis D_n für eine mittlere Geschwindigkeit dar, nämlich einen Wert zwischen dem ersten und zweiten Tastverhältnis D_0 und D_1 . Der Steigungswert m kann durch die nachfolgende Formel wiedergegeben werden:

$$m = (D_n - D_0) / (T_a / 2 - T_d);$$

wobei T_a die Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} ist, T_d eine Konstante zwischen 0 und $T_a / 2$ ist und das erste Tastverhältnis D_0 und das Tastverhältnis D_n feste Werte zwischen 0% und 100% sind, wobei gilt: $D_n > D_0$.

[0076] Diese Auslegung des Tastverhältnisses kann zur Regelung oder Steuerung der Motordrehzahl in anderer Weise als bei dem vierten Ausführungsbeispiel verwendet werden. Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, muss das Tastverhältnis auf das erste Tastverhältnis D_0 abfallen, um eine Steuerung des Betriebsverhaltens zu gewährleisten.

[0077] Die [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) zeigen ein achttes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein trapezförmiges Signal ist. Anders als bei dem sechsten Ausführungsbeispiel bestimmt der programmierbare IC, ob das Zeitintervall $T_a / 2 - T_e$ zu einem Zeitpunkt abgelaufen ist. Falls dies der Fall ist, wird das Zeitintervall ausgehend von dem Zeitpunkt, zu dem das durch das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} repräsentierte Tastverhältnis das zweite Tastverhältnis D_1 erreicht, bis zu dem Zeitpunkt als ein Zeitintervall T_c definiert, wobei T_e durch den programmierbaren IC festgelegt wird. Somit kann der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} , der von dem ersten Tastverhältnis D_0 auf das zweite Tastverhältnis D_1 ansteigt, durch die nachfolgende Formel wiedergegeben werden:

$$m = (D_1 - D_0) / (T_a / 2 - T_d - T_c - T_e);$$

wobei T_a die Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} ist, T_d eine Konstante zwischen 0 und $T_a/2$ ist und das erste Tastverhältnis D_0 und das zweite Tastverhältnis D_1 feste Werte zwischen 0% und 100% sind, wobei gilt: $D_1 > D_0$.

[0078] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Steigungswert des durch das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} repräsentierten Tastverhältnisses, das von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 abfällt, gleich dem Steigungswert des durch das Tastverhältnis-Signal repräsentierten Tastverhältnisses, das von dem ersten Tastverhältnis D_0 auf das zweite Tastverhältnis D_1 ansteigt.

[0079] Außerdem wird dann, wenn das zweite Tastverhältnis D_1 ausgehend von dem ersten Tastverhältnis D_0 erreicht wird, das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} während eines Zeitintervalls T_c gehalten. Der programmierbare IC bestimmt, ob die Haltezeit T_c erreicht; falls dies der Fall ist, fährt das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} damit fort, dieses während eines weiteren Zeitintervalls T_c zu halten. Das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} fällt dann von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 ab.

[0080] Dieses Ausführungsbeispiel verkürzt das Zeitintervall, während dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} das zweite Tastverhältnis D_1 hält, verlängert jedoch die Haltezeit bei dem ersten Tastverhältnis D_0 . Diese Auslegung kann zur Regelung oder Steuerung der Motordrehzahl in anderer Weise als bei dem sechsten Ausführungsbeispiel verwendet werden. Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, muss das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} auf das erste Tastverhältnis D_0 abfallen, was eine Steuerung des Betriebsverhaltens gewährleistet.

[0081] Die [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) zeigen ein neuntes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein Dreieckssignal ist. Anders als bei dem siebten Ausführungsbeispiel eilt der Wendepunkt des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} um ein Zeitintervall T_e zeitlich vor, das von dem programmierbaren IC festgelegt wird. Somit kann der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} , das von dem ersten Tastverhältnis D_0 auf das Tastverhältnis D_n einer mittleren Geschwindigkeit ansteigt, durch die nachfolgende Gleichung wiedergegeben werden:

$$m = (D_n - D_0) / (T_a/2 - T_d - T_e);$$

wobei T_a die Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} ist, T_d eine Konstante zwischen 0 und $T_a/2$ ist und das erste Tastverhältnis D_0 und das Tastverhältnis D_n feste Werte zwischen 0% und 100% sind, wobei gilt: $D_n > D_0$.

[0082] Es sei angemerkt, dass der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} , das von dem Tast-

verhältnis D_n auf das erste Tastverhältnis D_0 abfällt, gleich dem Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} ist, das von dem ersten Tastverhältnis D_0 auf das Tastverhältnis D_n ansteigt.

[0083] Bei diesem Ausführungsbeispiel eilt der Wendepunkt des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} zeitlich vor, so dass das Zeitintervall, während dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} das erste Tastverhältnis D_0 nach einem Signalabfall hält, dasjenige Zeitintervall vor dem Signalanstieg übersteigt. Diese Auslegung kann für eine Regelung oder Steuerung der Motordrehzahl in anderer Weise als bei dem siebten Ausführungsbeispiel verwendet werden. Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, muss das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} auf das erste Tastverhältnis D_0 abfallen, um eine Steuerung des Betriebsverhaltens zu gewährleisten.

[0084] Die [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) zeigen zehntes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein trapezförmiges Signal ist. Anders als bei dem achten Ausführungsbeispiel bestimmt der programmierbare IC hierbei, ob das Zeitintervall $T_a/2 + T_e$ verstrichen ist. Falls dies der Fall ist, wird das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} während eines Zeitintervalls T_c gehalten und fällt dann auf das erste Tastverhältnis D_0 ab, wobei T_e ein Zeitintervall ist, das von dem programmierbaren IC festgelegt wird. Somit wird der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} , das von dem ersten Tastverhältnis D_0 auf das zweite Tastverhältnis D_1 ansteigt, durch die folgende Formel wiedergegeben:

$$m = (D_1 - D_0) / (T_a/2 - T_d - (T_c - T_e));$$

wobei T_a die Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} ist, T_d eine Konstante zwischen 0 und $T_a/2$ ist und das erste Tastverhältnis D_0 und das zweite Tastverhältnis D_1 feste Werte zwischen 0% und 100% sind, wobei gilt: $D_1 > D_0$.

[0085] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} das von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 abfällt, gleich dem Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} , das von dem ersten Tastverhältnis D_0 auf das zweite Tastverhältnis D_1 ansteigt.

[0086] Dieses Ausführungsbeispiel verkürzt die Haltezeit des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} bei dem zweiten Tastverhältnis D_1 , verlängert jedoch die Haltezeit auf dem ersten Tastverhältnis D_0 . Diese Auslegung kann zur Regelung oder Steuerung einer Motordrehzahl in anderer Weise als bei dem achten Ausführungsbeispiel verwendet werden. Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, muss das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} auf das erste Tastverhältnis D_0 abfallen, um eine Steuerung des Betriebsverhaltens zu gewährleisten.

[0087] Die [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) zeigen ein elftes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein Dreiecksignal ist. Anders als bei dem neunten Ausführungsbeispiel eilt der Wendepunkt des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} zeitlich um ein Zeitintervall T_c nach, das von den programmierbaren IC festgelegt wird. Somit kann der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} , das von dem ersten Tastverhältnis D_0 auf das Tastverhältnis D_n einer mittleren Geschwindigkeit ansteigt, durch die folgende Formel wiedergegeben werden:

$$m = (D_n - D_0) / (T_a/2 - T_d + T_e);$$

wobei T_a die Halbperiode des Phasensignals P_{PULS} ist, T_d eine Konstante zwischen 0 und $T_a/2$ ist und das erste Tastverhältnis D_0 und das Tastverhältnis D_n feste Werte zwischen 0% und 100% sind, wobei gilt: $D_n > D_0$.

[0088] Es sei angemerkt, dass der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} , das von dem Tastverhältnis D_n auf das erste Tastverhältnis D_0 abfällt, gleich dem Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} ist, das von dem ersten Tastverhältnis D_0 auf das Tastverhältnis D_n ansteigt.

[0089] Das Regel- bzw. Steuerverfahren gemäß diesem Ausführungsbeispiel macht die Haltezeit des ersten Tastverhältnisses D_0 vor einem Signalanstieg länger als die Haltezeit des ersten Tastverhältnisses D_0 nach einem Signalabfall, und zwar um eine Verzögerung um ein Zeitintervall T_e . Diese Auslegung kann für eine Regelung oder Steuerung einer Motordrehzahl in anderer Weise als bei dem neunten Ausführungsbeispiel verwendet werden. Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, muss das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} auf das erste Tastverhältnis D_0 abfallen, um eine Steuerung des Betriebsverhaltens zu gewährleisten.

[0090] Die [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#) zeigen ein zwölftes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein sinusförmiges Signal ist. Anders als bei dem dritten Ausführungsbeispiel wird das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} während eines Zeitintervalls T_d auf dem ersten Tastverhältnis D_0 gehalten und steigt dann auf das zweite Tastverhältnis D_1 an und fällt dann auf das erste Tastverhältnis D_0 ab. Es sei angemerkt, dass das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} nach einem Signalabfall von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 während eines Zeitintervalls T_d gehalten wird, bevor dieses erneut auf das zweite Tastverhältnis D_1 ansteigt.

[0091] Es sei angemerkt, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} , das von dem ersten Tastverhältnis D_0 auf das zweite Tastverhältnis D_1 ansteigt, und der

Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} , das von dem zweiten Tastverhältnis D_1 auf das erste Tastverhältnis D_0 abfällt, abweicht, was die Mehrzahl der Zeitverhältnisse anbelangt. Es sei angenommen, dass es eine Mehrzahl von Zeitintervallen $T_1, T_2, \dots, T_n$ gibt und eine Mehrzahl von entsprechenden Steigungswerten $m_1, m_2, \dots, m_n$, die durch die nachfolgende Gleichung wiedergegeben werden können:

$$m_k = (D_1 - D_0) \cdot \{\sin[(\pi/2) \cdot (k/n)]\};$$

wobei $K = 1, 2, 3, \dots, n$, gilt, T_d eine Konstante zwischen 0 und $T_a/2$ ist und das erste Tastverhältnis D_0 und das Tastverhältnis D_n feste Werte zwischen 0% und 100% sind, wobei gilt $D_n > D_0$.

[0092] Dieses Ausführungsbeispiel kann zur Regelung oder Steuerung einer Motordrehzahl in anderer Weise als bei dem dritten Ausführungsbeispiel verwendet werden. Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, wird das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} um das Zeitintervall von zwei T_d verzögert, was gewährleistet, dass kein Lärm und keine Stromimpulse aufgrund einer elektromotorischen Gegenkraft und eines Motordrehmoments erzeugt werden, so dass man dasselbe Betriebsverhalten wie bei dem dritten Ausführungsbeispiel erzielt.

[0093] Die [Fig. 15A](#) und [Fig. 15B](#) zeigen ein dreizehntes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein sinusförmiges Signal ist. Anders als bei dem zwölften Ausführungsbeispiel ist das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} um eine Verschiebung D_{diff} in der zweiten Veränderungsrichtungsstelle des Phasensignals P_{PULS} verschoben. Auf diese Weise kann der programmierbare IC den Wert der Verschiebung D_{diff} bestimmen bzw. festlegen, um die Steigung des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} und das dieses repräsentierende Tastverhältnis einstellen.

[0094] Der Steigungswert des Tastverhältnis-Signals P_{DUTY} kann bei diesem Ausführungsbeispiel durch die folgende Formel berechnet werden.

$$m_k = (D_n - D_0) \cdot \{\sin[(\pi/2) \cdot (k/n)]\};$$

wobei $k = 1, 2, 3, \dots, n$ gilt, T_d eine Konstante zwischen 0 und $T_a/2$ ist und das Tastverhältnis D_0 ein fester Wert zwischen 0% und 100% ist und gilt: $D_0 < D_n$. Das Tastverhältnis D_{diff} ist ein fester Wert zwischen 0% und 100%.

[0095] Dieses Ausführungsbeispiel kann zur Regelung oder Steuerung der Motordrehzahl in anderer Weise als bei dem zwölften Ausführungsbeispiel verwendet werden. Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, muss gewährleistet werden, dass kein Lärm und keine Stromimpulse aufgrund einer elektromotorischen Gegenkraft und des Motor-

drehmoments erzeugt werden, um so dasselbe Betriebsverhalten wie bei dem zwölften Ausführungsbeispiel zu erzielen.

[0096] Die [Fig. 16A](#) und [Fig. 16B](#) zeigen ein vierzehntes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein stufenförmiges Signal ist. Anders als bei dem zwölften Ausführungsbeispiel ist das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} innerhalb eines gewissen Zeitintervalls ($T_1, T_2, \dots, T_n$) fest, nämlich beträgt dieses ($Da_1, Da_2, \dots, Da_n$). Ein solches Verfahren kann zur Regelung oder Steuerung der Motordrehzahl in anderer Weise als bei dem zwölften Ausführungsbeispiel verwendet werden. Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, muss das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} auf das erste Tastverhältnis D_0 abfallen, um eine Steuerung des Betriebsverhaltens zu gewährleisten.

[0097] Die [Fig. 17A](#) und [Fig. 17B](#) zeigen ein fünfzehntes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein unregelmäßiges Signal ist. Dieses Regelungsverfahren kann zur Regelung bzw. Steuerung der Drehzahl eines Motors in anderer Weise als bei den vorangehenden Ausführungsbeispielen verwendet werden. Wenn jedoch das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert, muss das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} auf das erste Tastverhältnis D_0 abfallen, um eine Steuerung des Betriebsverhaltens zu gewährleisten.

[0098] Die [Fig. 18A](#) und [Fig. 18B](#) zeigen ein sechzehntes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein trapezförmiges Signal ist. Anders als bei dem sechsten Ausführungsbeispiel sind hierbei die Koeffizienten einstellbar. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird das zweite Tastverhältnis D_1 zwischen D_0 und 100% eingestellt und werden die Zeitintervalle T_a und T_b verändert. Es sei angemerkt, dass ein Anstieg des zweiten Tastverhältnisses D_1 die Geschwindigkeit bzw. Drehzahl erhöht und das Zeitintervall T_a verkürzt; umgekehrt setzt ein Abfall des zweiten Tastverhältnisses D_1 die Geschwindigkeit bzw. Drehzahl herab und verlängert das Zeitintervall T_a . Außerdem ist das Verhältnis zwischen T_b und T_a normalerweise fest, das heißt $M = T_b/T_a$, wobei M fest ist, so dass sich T_b in Entsprechung zu T_a ändert.

[0099] Außerdem kann das Verhältnis M in Entsprechung zu den Erfordernissen der Auslegung angepasst werden, um andere Tastverhältnis-Signale P_{DUTY} zu erhalten. Falls beispielsweise das Verhältnis M $\frac{1}{2}$ beträgt, das heißt T_b ist die Hälfte von T_a , ist das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein Dreieckssignal und dreht sich der Motor mit einer niedrigsten Geschwindigkeit. Falls das Verhältnis M 0 ist, das heißt T_b ist Null, ist das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ein Rechtecksignal, wie in der [Fig. 18](#) gezeigt, und dreht sich der Motor mit seiner höchsten Geschwindigkeit. In die-

sem Fall darf jedoch das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} nicht auf das erste Tastverhältnis D_0 abfallen, wenn das Phasensignal P_{PULS} die Phase ändert. In der Praxis ist das Verhältnis M nicht Null sondern hat dieses für gewöhnlich einen Wert zwischen 0 und $\frac{1}{2}$, so dass das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} ansteigen und abfallen kann und dem ersten Tastverhältnis D_0 gleicht, wenn sich die Richtung ändert.

[0100] Das beschriebene Verfahren zum Regeln bzw. Steuern eines Motors kann in den folgenden Hardwareschaltungen eingesetzt werden.

[0101] Die [Fig. 19](#) zeigt eine erste Hardwareschaltung, die die Einrichtung zur Regelung bzw. Steuerung des Motors gemäß der Erfindung verwendet, wobei ein programmierbarer IC in eine Motorsteuerungseinrichtung **10** eingebaut ist. Die Motorsteuerungseinrichtung **10** empfängt ein Phasensignal P_{PULS} , das von einem Hall-Element **20** erzeugt wird, ein Vergleichssignal P_{COM} , das von einem Detektor **30** nach der Detektion einer Temperatur erzeugt wird, sowie ein Pulsweiten-Modulation-Signal (PWM) P_{PWM} , das von einem PWM-Generator **40** erzeugt wird. Der programmierbare IC ist in der Lage, das Tastverhältnis des PWM-Signals P_{PWM} einzustellen, um ein Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} für eine Vollbrücken-Spulenschaltung (Bridge Coil Switching Circuit) **50** zu erzeugen, die das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} einer Spule bzw. Wicklung **60** eines Motors (nicht gezeigt) entsprechend eingibt, so dass die Spule bzw. Wicklung **60** die Stromrichtungen in zwei benachbarten Phasen schalten bzw. wechseln kann, um eine Drehbewegung des Motors aufrecht zu erhalten.

[0102] Die [Fig. 20](#) zeigt eine zweite Hardwareschaltung, die die Motorsteuereinrichtung gemäß der Erfindung verwendet, wobei die Verbindung zwischen der Motorsteuereinrichtung **10** und der Spulenschaltung **50** anders gestaltet ist als bei dem ersten Ausführungsbeispiel. Diese Schaltung kann jedoch ein ähnliches Leistungsverhalten erzielen und wird deshalb nicht weiter beschrieben.

[0103] Die [Fig. 21](#) zeigt eine dritte Hardwareschaltung, welche die Motorsteuereinrichtung gemäß der Erfindung verwendet, wobei anders als bei dem ersten Ausführungsbeispiel die Motorsteuereinrichtung **10** mit einer Halbbrücken-Spulenschaltung (Half Bridge Coil Switching Circuit) **50** verbindet. Dieses Design kann dennoch ein ähnliches Betriebsverhalten erzielen und wird nicht weiter beschrieben.

[0104] Die [Fig. 22](#) zeigt eine vierte Hardwareschaltung, welche die Motorsteuereinrichtung gemäß der Erfindung verwendet, wobei anders als bei dem ersten Ausführungsbeispiel kein Hall-Element **20** vorgesehen ist; umgekehrt führt die Spulenschaltung **50** ein Phasensignal P_{PULS} direkt an die Motorsteuereinrichtung **10** zurück. Dieses Design kann dennoch ein

ähnliches Betriebsverhalten ermöglichen und wird nicht weiter beschrieben.

[0105] Die [Fig. 23](#) zeigt eine fünfte Hardwareschaltung, welche die Motorsteuereinrichtung gemäß der Erfindung verwendet, wobei anders als bei den vorherigen Ausführungsbeispielen die Motorsteuereinrichtung **10** eine Treiberschaltung **11** und einen programmierbaren IC umfasst. Der programmierbare IC **12** empfängt das Phasensignal P_{PULS} von dem Hall-Element **20**, das Vergleichssignal P_{COM} von dem Detektor **30** und ein PWM-Signal P_{PWM} , um das Tastverhältnis-Signal P_{DUTY} für die Treiberschaltung **11** zu erzeugen und die Spulenschaltung **50** zu steuern.

[0106] Die [Fig. 24](#) zeigt eine sechste Hardwareschaltung, welche die Motorsteuereinrichtung gemäß der Erfindung verwendet, wobei anders als bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen die Motorsteuereinrichtung **10** gemäß diesem Ausführungsbeispiel mit einer Mehrzahl von Lüftern **70** mit Motoren verbunden ist. Weil der von einem einzelnen Motor erzeugte Lärm reduziert wird, ist dieser Vorteil bei den Lüftern **70** noch offensichtlicher.

[0107] Wenngleich die Erfindung in beispielhafter Weise und anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen beschrieben worden ist, sei darauf hingewiesen, dass die Erfindung nicht darauf beschränkt ist. Im Gegenteil soll diese zahlreiche Modifikationen und ähnliche Anordnungen mit umfassen, wie diese dem Fachmann auf diesem Gebiet ersichtlich sein werden. Deshalb soll dem Schutzbereich der beigefügten Ansprüche die breitestmögliche Auslegung zugrunde gelegt werden, so dass sämtliche solcher Modifikationen und ähnliche Anordnungen mit umfasst sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern oder Regeln eines Motors unter Verwendung einer programmierbaren integrierten Schaltung (IC), um einen Motor zu steuern oder zu regeln, mit den Schritten:

ein Phasensignal wird empfangen, das in Entsprechung zu der Drehphase einer Spule bzw. Wicklung des Motors erzeugt wird;
ein Tastverhältnis-Signal wird in Entsprechung zu der Periode des Phasensignals erzeugt, wobei dann, wenn sich das Phasensignal ändert, der Wert des Tastverhältnis-Signals ein erstes Tastverhältnis ist, so dass die Eingangsleistung des Motors minimal bleiben kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Tastverhältnis-Signal ein zweites Tastverhältnis umfasst, bei dem es sich um das Tastverhältnis des Tastverhältnis-Signals handelt, wenn die Eingangsleistung des Motors maximal ist, wobei das erste Tastverhältnis zwischen dem zweiten Tastverhältnis und 0% liegt

und dann, wenn das Tastverhältnis-Signal sich 100% nähert, die Eingangsleistung des Motors diejenige Eingangsleistung übersteigt, wenn das Tastverhältnis-Signal sich 0% nähert.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Tastverhältnis-Signal ein zweites Tastverhältnis umfasst, bei dem es sich um das Tastverhältnis des Tastverhältnis-Signals handelt, wenn die Eingangsleistung des Motors maximal ist, wobei das erste Tastverhältnis zwischen dem zweiten Tastverhältnis und 100% liegt und dann, wenn sich das Tastverhältnis-Signal 100% nähert, die Eingangsleistung des Motors niedriger ist als die Eingangsleistung dann, wenn sich das Tastverhältnis-Signal 0% nähert.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Phase des Phasensignals der Drehphase der Spule bzw. Wicklung vorausseilt, nacheilt oder zu dieser gleichlaufend ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein Hall-Element zwischen dem programmierbaren IC und dem Motor vorgesehen ist, um ein Rückkopplungssignal von dem Motor zu empfangen, um das Phasensignal für den programmierbaren IC zu erzeugen.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Phasensignal extern eingegeben wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Tastverhältnis-Signal ein ansteigendes Segment und ein abfallendes Segment umfasst und sowohl der Wert des Startpunkts des ansteigenden Segments als auch der Wert des Endpunkts des abfallenden Segments das erste Tastverhältnis ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem das Tastverhältnis-Signal ein Dreieckssignal, ein trapezförmiges Signal oder ein sinusförmiges Signal ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das Tastverhältnis-Signal ein zweites Tastverhältnis umfasst, einen Wendepunkt zwischen dem ansteigenden und abfallenden Segment umfasst und ermöglicht, dass die Eingangsleistung des Motors maximal bleiben kann.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das zweite Tastverhältnis einstellbar ist, wobei ein Anstieg des zweiten Tastverhältnisses die Geschwindigkeit bzw. Drehzahl des Motors erhöht und ein Abfallen des zweiten Tastverhältnisses die Geschwindigkeit bzw. Drehzahl des Motors herabsetzt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem eine Modulation des zweiten Tastverhältnisses die Zeitin-

tervälle der ansteigenden und abfallenden Segmente verändert.

12. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem dann, wenn sich das Phasensignal ändert, das Tastverhältnis-Signal einen Wert vor dem ansteigenden Segment während eines Zeitintervalls hält und den Wert nach dem abfallenden Segment während eines Zeitintervalls hält.

13. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem ein Einstellwert zu der Steigung des ansteigenden Segments des Tastverhältnis-Signals oder des abfallenden Segments des Tastverhältnis-Signals hinzu addiert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem der Wendepunkt des Tastverhältnis-Signals zeitlich vorseilt oder nacheilt.

15. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem dann, wenn das Tastverhältnis-Signal ein trapezförmiges Signal ist, das Tastverhältnis-Signal nach einem Anstieg auf ein zweites Tastverhältnis einen Wert hält und dann mit einem Abfallen beginnt, wobei das zweite Tastverhältnis dasjenige Tastverhältnis ist, das ermöglicht, dass die Eingangsleistung des Motors auf dem Maximum verbleiben kann.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem eine Verkürzung der Haltezeit des Tastverhältnis-Signals auf das zweite Tastverhältnis die Haltezeit des Tastverhältnis-Signals nach dem ansteigenden und abfallenden Segment verlängert.

17. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem dann, wenn das Tastverhältnis-Signal ein sinusförmiges Signal ist, das Tastverhältnis-Signal eine Verschiebung subtrahiert, was unterschiedliche Steigungen und Tastverhältnisse erzeugt.

18. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Tastverhältnis-Signal ein gestuftes Signal ist, wobei das Tastverhältnis innerhalb eines beliebigen Zeitintervalls des Tastverhältnis-Signals fest ist.

19. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Tastverhältnis-Signal ein unregelmäßiges Signal ist.

20. Einrichtung zum Regeln oder Steuern eines Motors, zum Treiben eines Motors, umfassend: eine programmierbare integrierte Schaltung (IC), die ein Phasensignal empfängt, das erzeugt wird, wenn eine Spule bzw. Wicklung des Motors sich dreht, und die ein Tastverhältnis-Signal erzeugt, um eine Drehbewegung der Spule bzw. Wicklung zu regeln oder zu steuern; wobei dann, wenn sich das Phasensignal ändert, der Wert des Tastverhältnis-Signals ein erstes Tastverhältnis ist, so dass die Eingangsleistung des Motors

auf einem Minimum verbleiben kann.

21. Einrichtung nach Anspruch 20, bei der das erste Tastverhältnis zwischen dem zweiten Tastverhältnis und 0% liegt und dann, wenn sich das Tastverhältnis-Signal 100% nähert, die Eingangsleistung des Motors diejenige übersteigt, wenn das Tastverhältnis-Signal sich 0% nähert.

22. Einrichtung nach Anspruch 20, bei der das Tastverhältnis-Signal ein zweites Tastverhältnis umfasst, wobei das erste Tastverhältnis zwischen dem zweiten Tastverhältnis und 100% liegt und dann, wenn das Tastverhältnis-Signal sich 100% nähert, die Eingangsleistung des Motors niedriger ist als die Eingangsleistung dann, wenn das Tastverhältnis-Signal sich 0% nähert.

23. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, wobei das Tastverhältnis-Signal ein ansteigendes Segment und ein abfallendes Segment umfasst und sowohl der Wert des Startpunkts des ansteigenden Segments als auch des Endpunkts des abfallenden Segments das erste Tastverhältnis ist.

24. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, bei der das Tastverhältnis-Signal ein Dreieckssignal, ein trapezförmiges Signal, ein sinusförmiges Signal oder ein unregelmäßiges Signal ist.

25. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, bei der das Tastverhältnis-Signal ein gestuftes Signal ist, wobei das Tastverhältnis innerhalb eines beliebigen Zeitintervalls des Tastverhältnis-Signals fest ist.

26. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 25, bei der eine Spulenschaltung zwischen der Motorsteuereinrichtung und dem Motor vorgesehen ist, die das Tastverhältnis-Signal der Spule bzw. Wicklung entsprechend eingibt, so dass die Spule bzw. Wicklung ihre Stromrichtung ändern kann, um so den Motor zu treiben.

27. Einrichtung nach Anspruch 26, bei der die Spulenschaltung eine Vollbrückenschaltung oder eine Halbbrückenschaltung ist.

28. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 27, bei der ein Hall-Element zwischen der Motorsteuereinrichtung und dem Motor vorgesehen ist, um von dem Motor ein Rückkopplungssignal zu empfangen, um das Phasensignal für den programmierbaren IC zu erzeugen.

29. Einrichtung nach Anspruch 28, bei der ein Pulsweiten-Modulation-Signalgenerator (PWM) mit der Motorsteuereinrichtung gekoppelt, insbesondere verbunden ist, um ein PWM-Signal für den programmierbaren IC zu erzeugen, so dass der programmier-

bare IC das Tastverhältnis-Signal in Entsprechung zu dem PWM-Signal und dem Phasensignal erzeugen kann.

30. Einrichtung nach Anspruch 29, bei der ein Detektor mit der Motorsteuereinrichtung gekoppelt, insbesondere verbunden ist, um eine Temperatur zu detektieren, um ein Vergleichssignal für den programmierbaren IC zu erzeugen, wobei der programmierbare IC das Tastverhältnis-Signal in Entsprechung zu dem Phasensignal, dem PWM-Signal und dem Vergleichssignal erzeugt.

31. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 30, weiterhin umfassend eine Treiberschaltung, wobei der programmierbare IC das Tastverhältnis-Signal dem Motor über die Treiberschaltung eingibt.

Es folgen 28 Blatt Zeichnungen

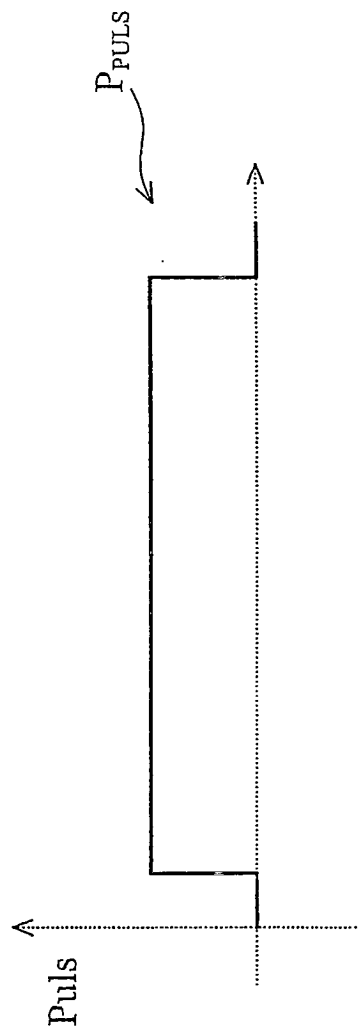


FIG. 1A (Stand der Technik)

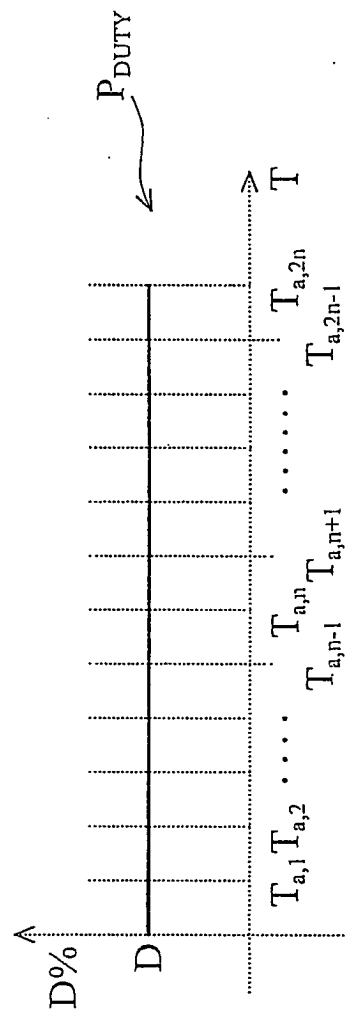


FIG. 1B (Stand der Technik)

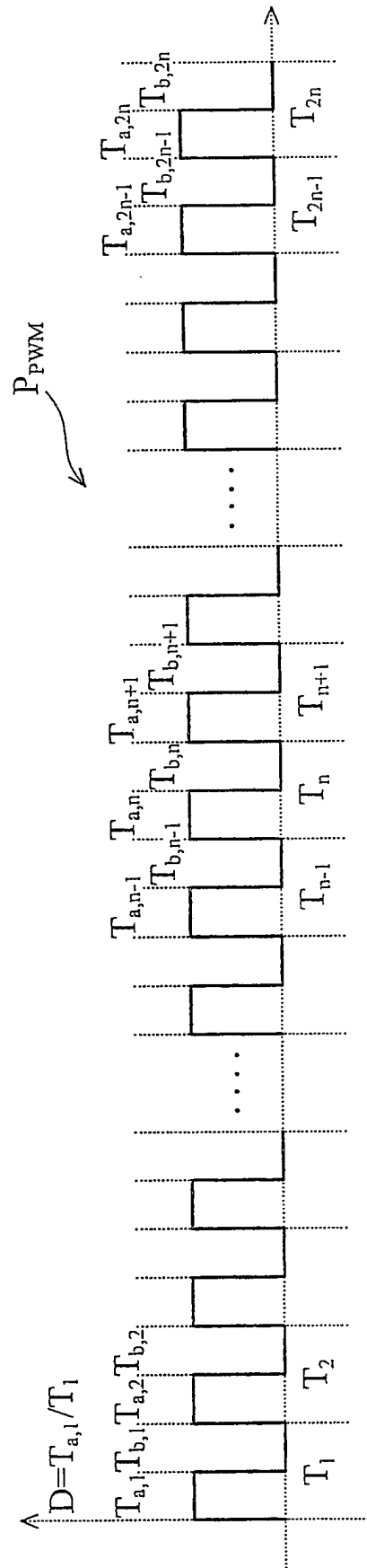


FIG. 1C (Stand der Technik)

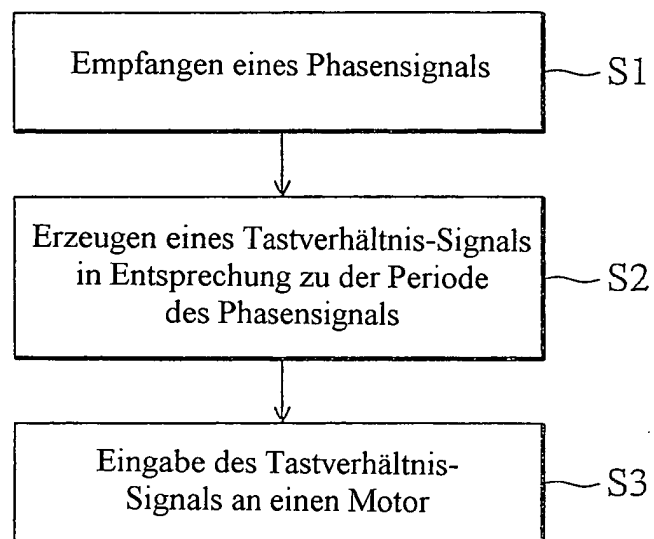


FIG. 2

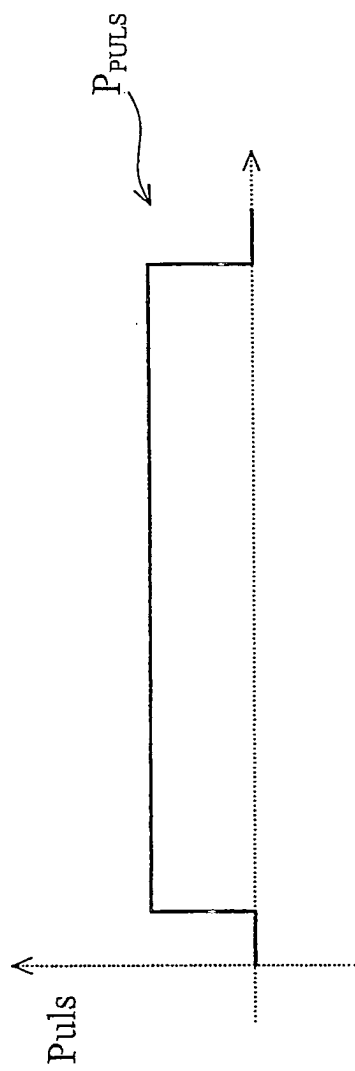


FIG. 3A

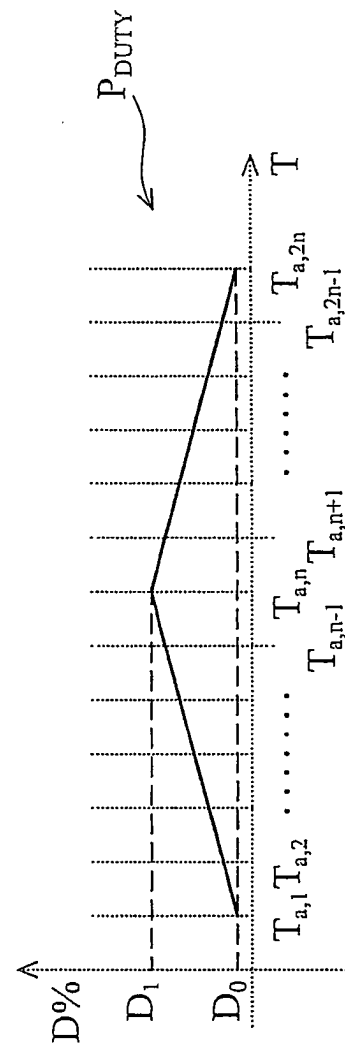


FIG. 3B

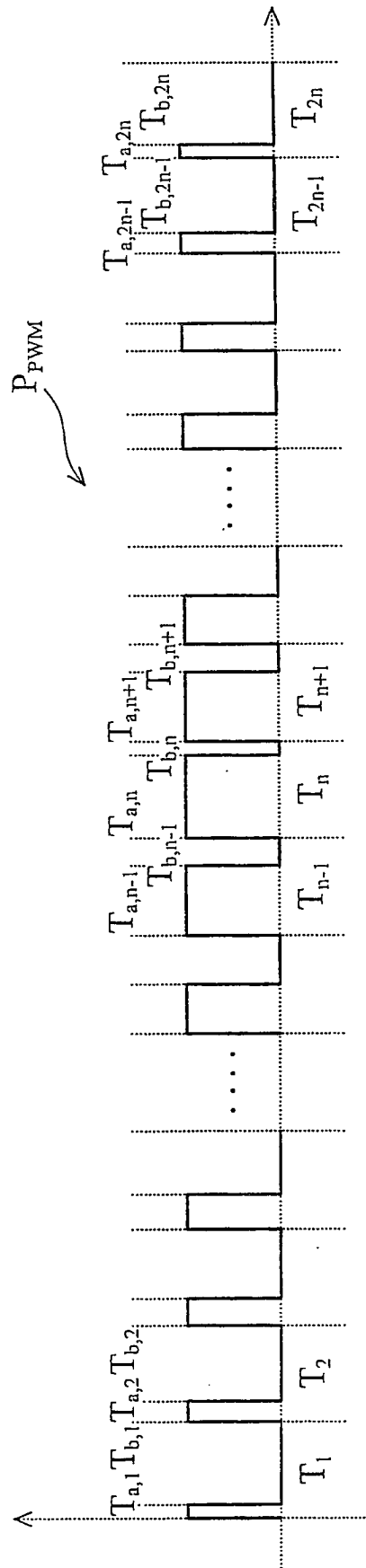


FIG. 3C

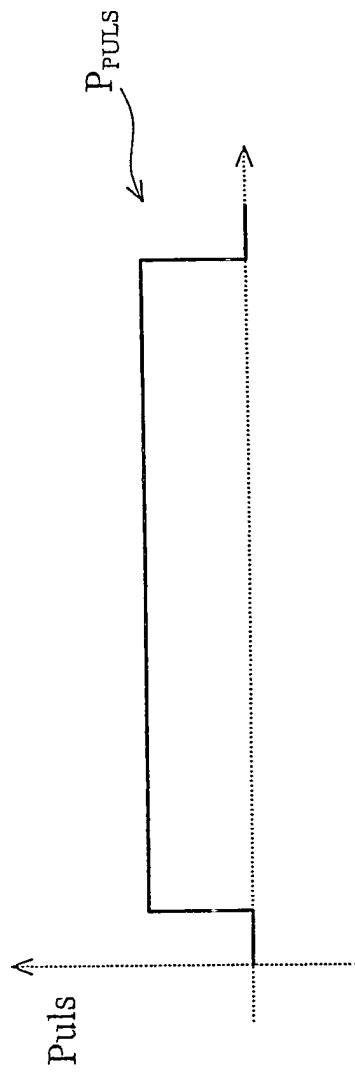


FIG. 4A

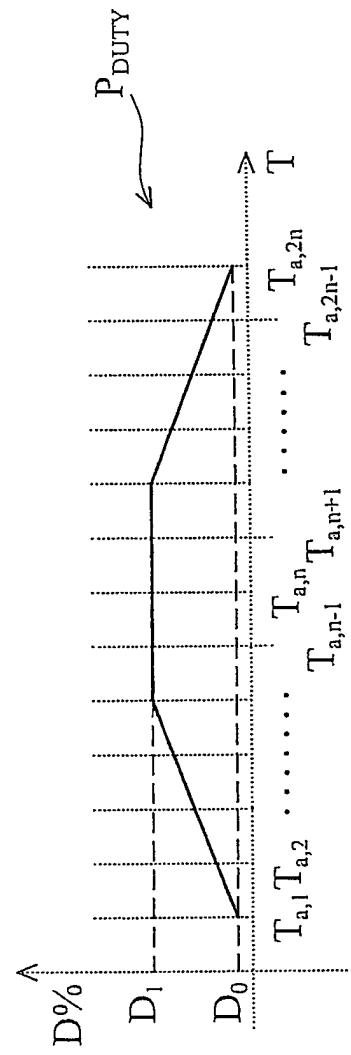


FIG. 4B

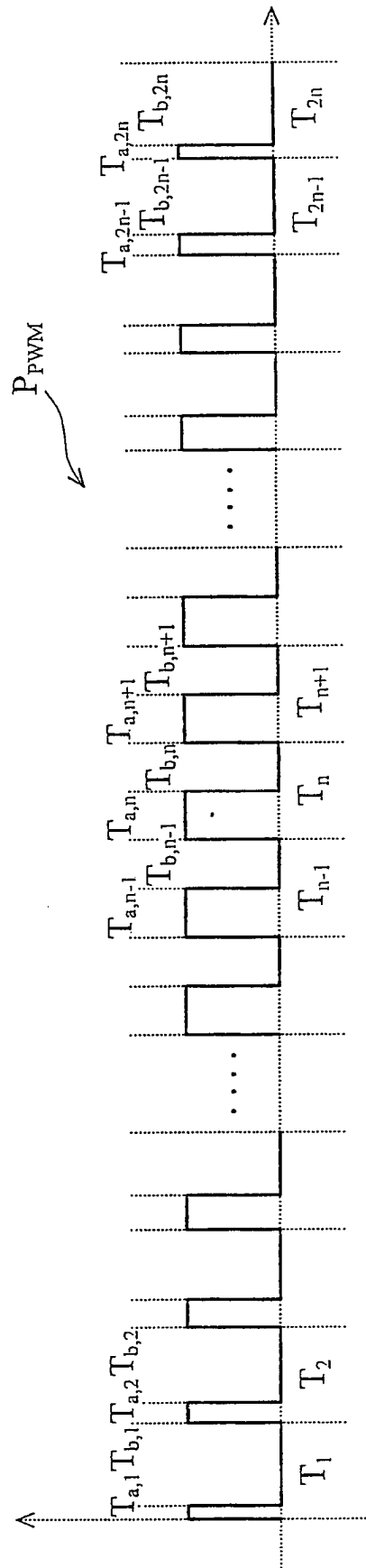


FIG. 4C

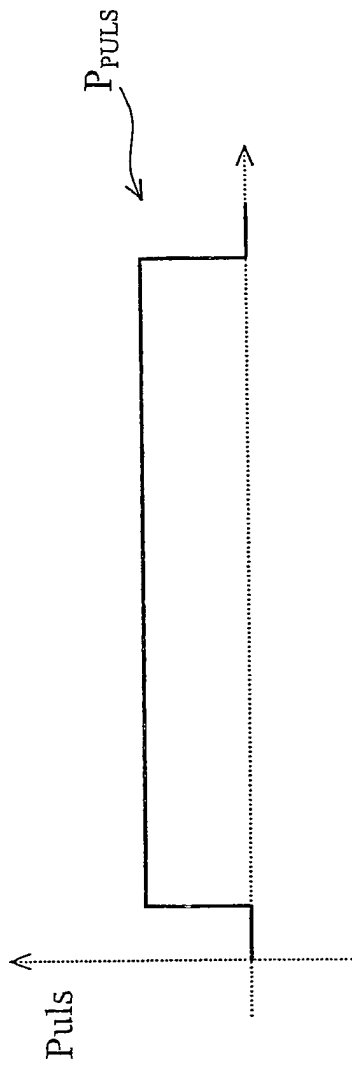


FIG. 5A

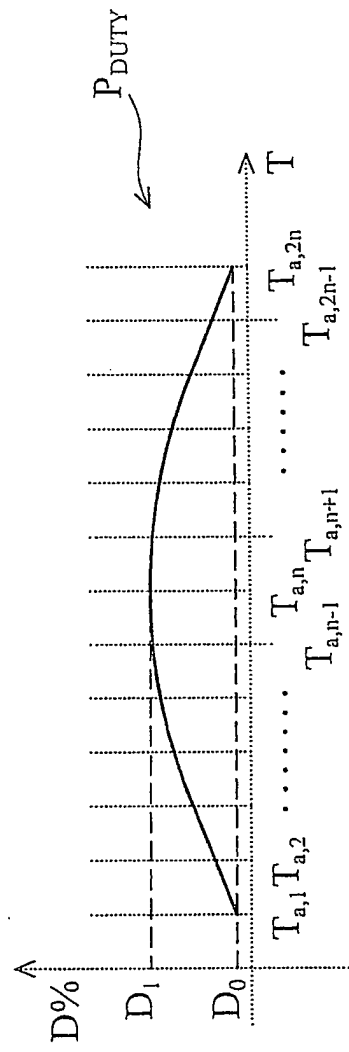


FIG. 5B

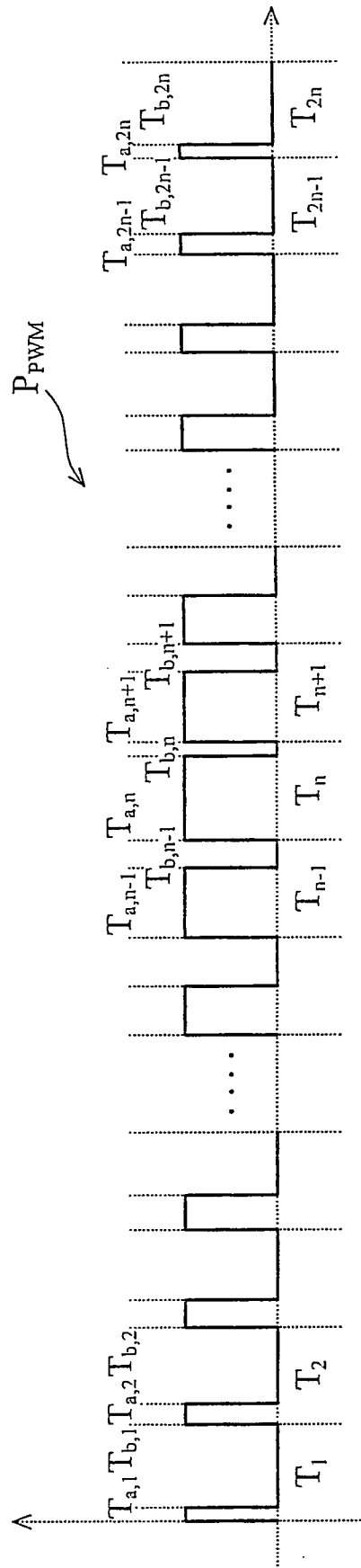


FIG. 5C

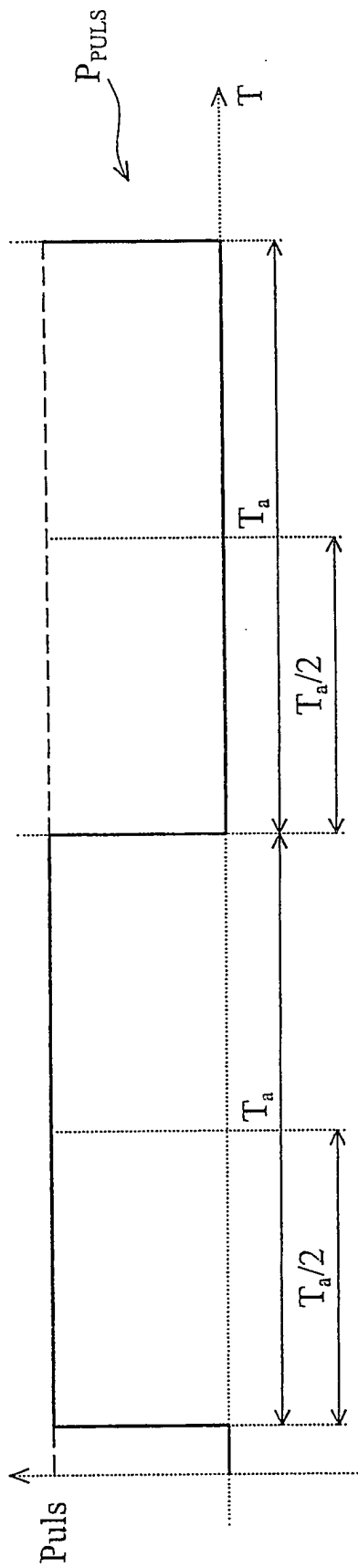


FIG. 6A

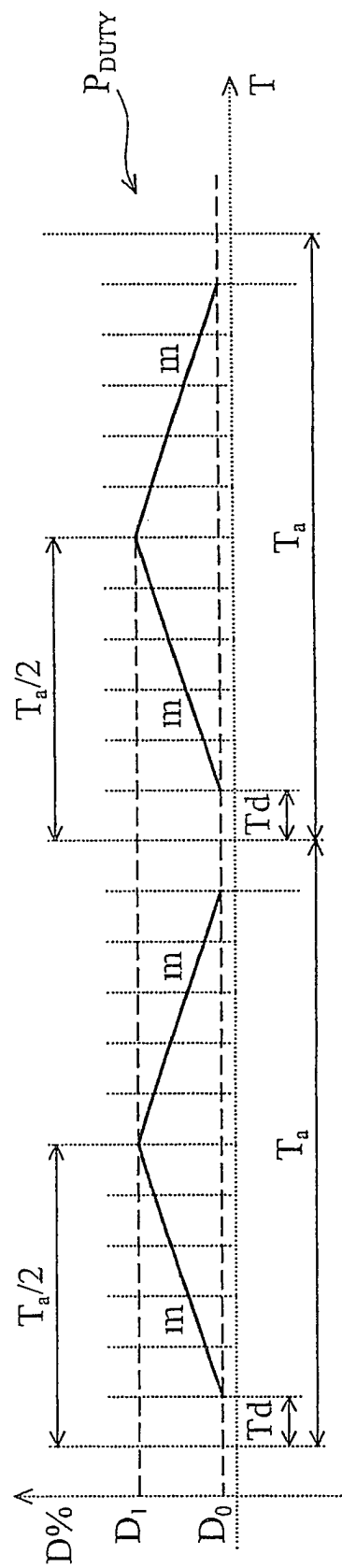


FIG. 6B

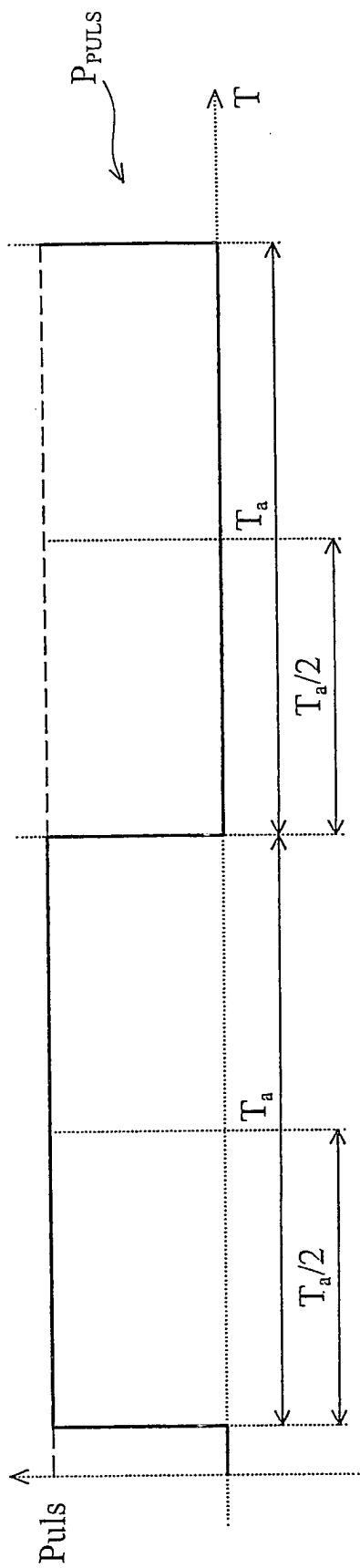


FIG. 7A

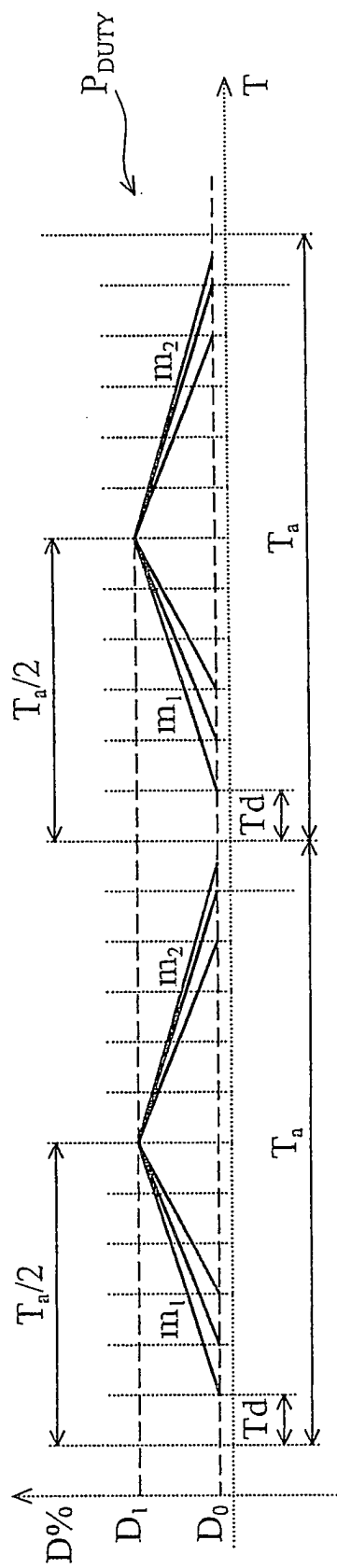


FIG. 7B

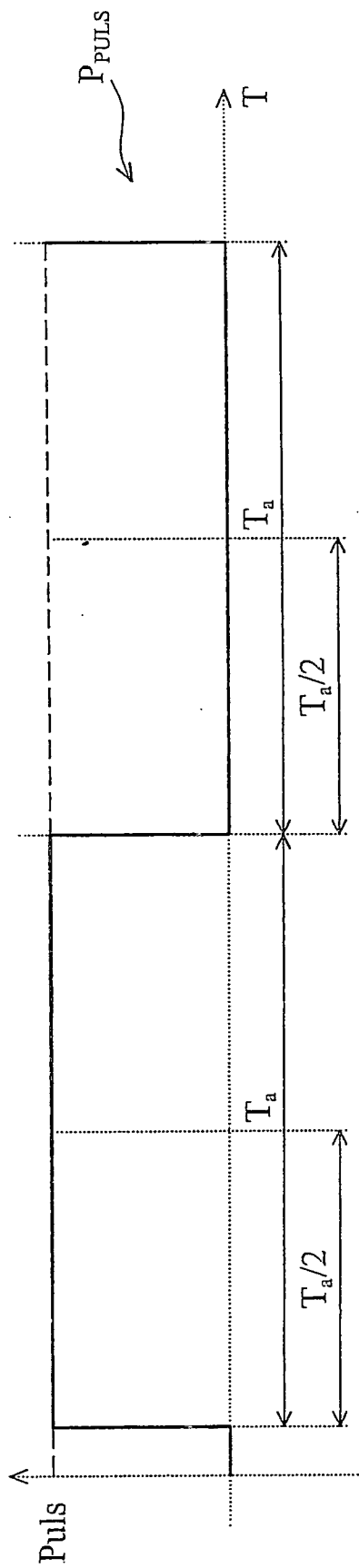


FIG. 8A

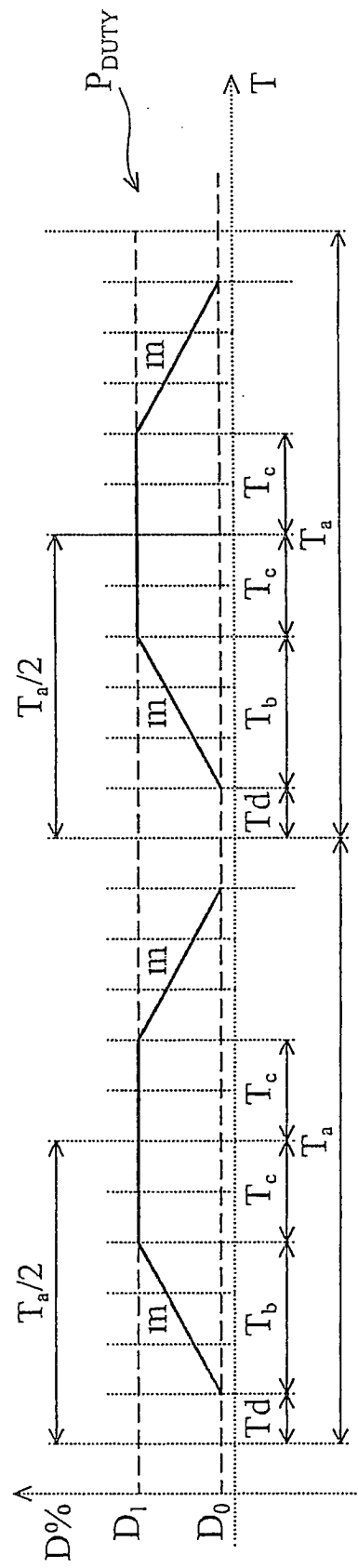


FIG. 8B

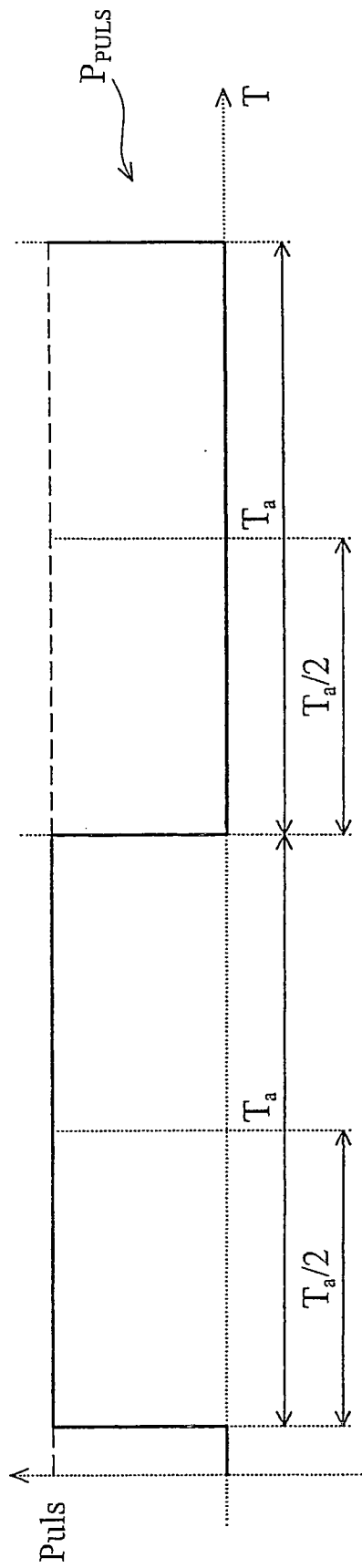


FIG. 9A

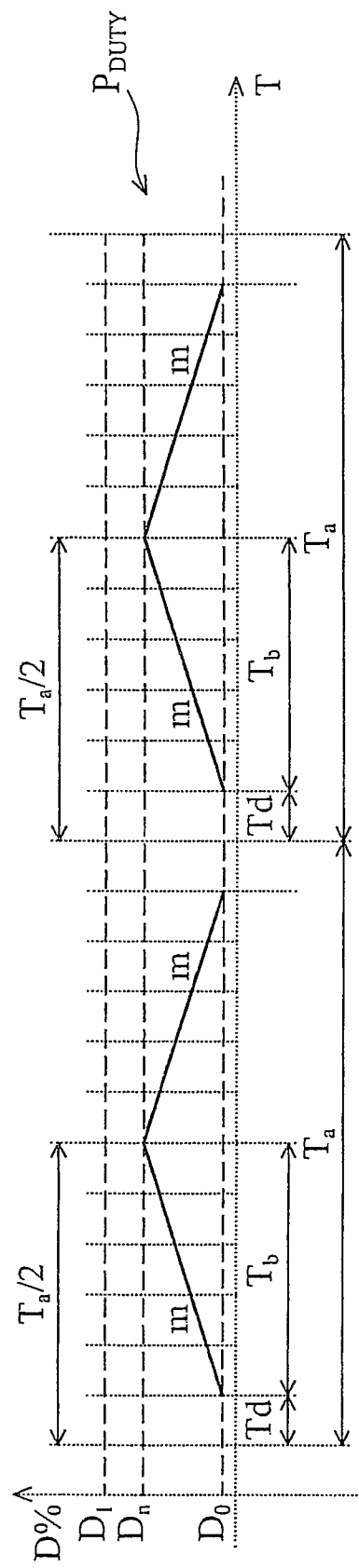


FIG. 9B

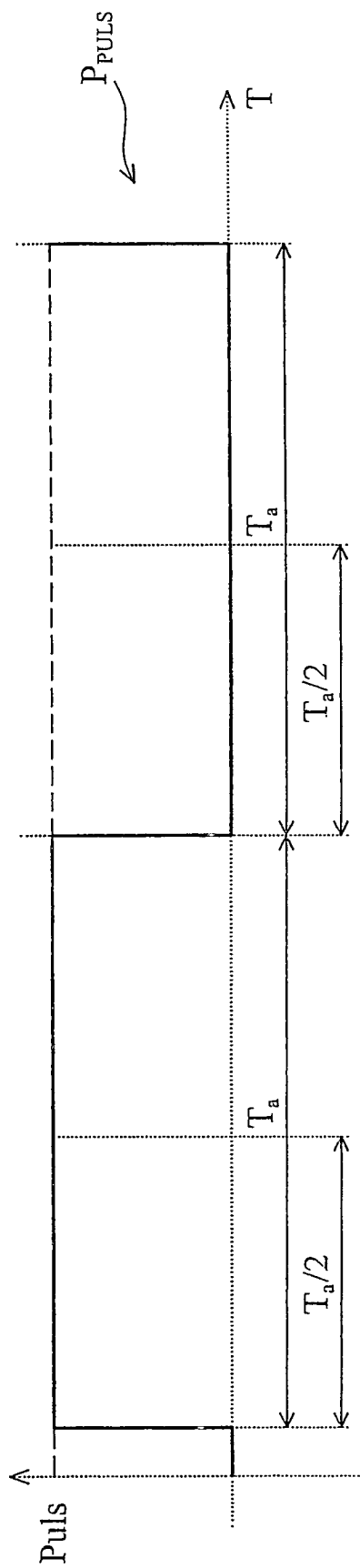


FIG. 10A

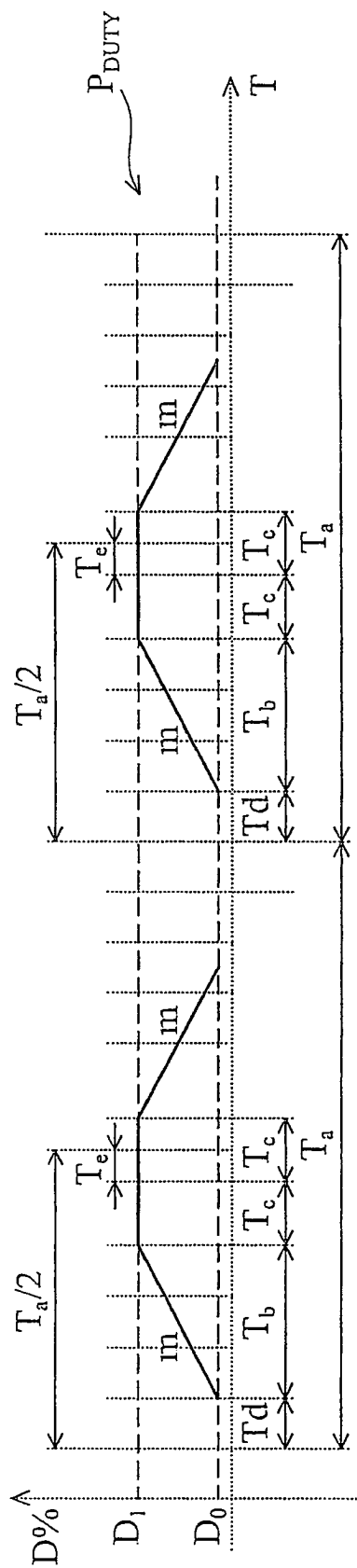


FIG. 10B

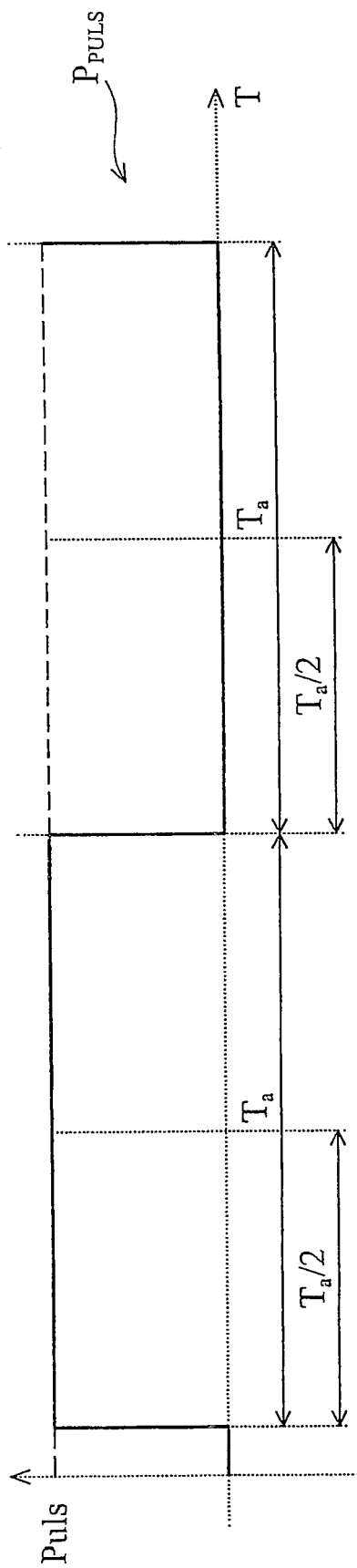


FIG. 11A

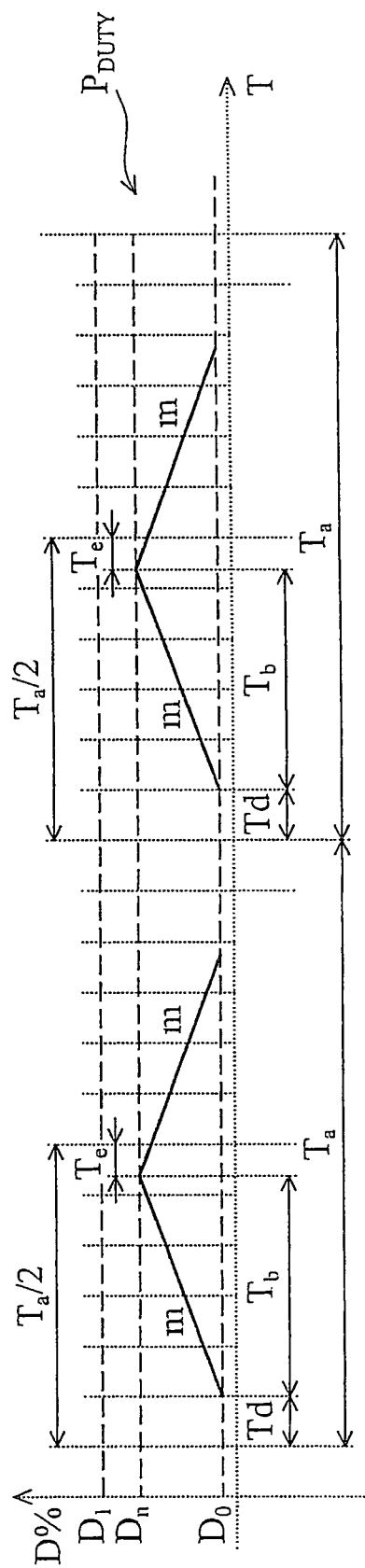


FIG. 11B

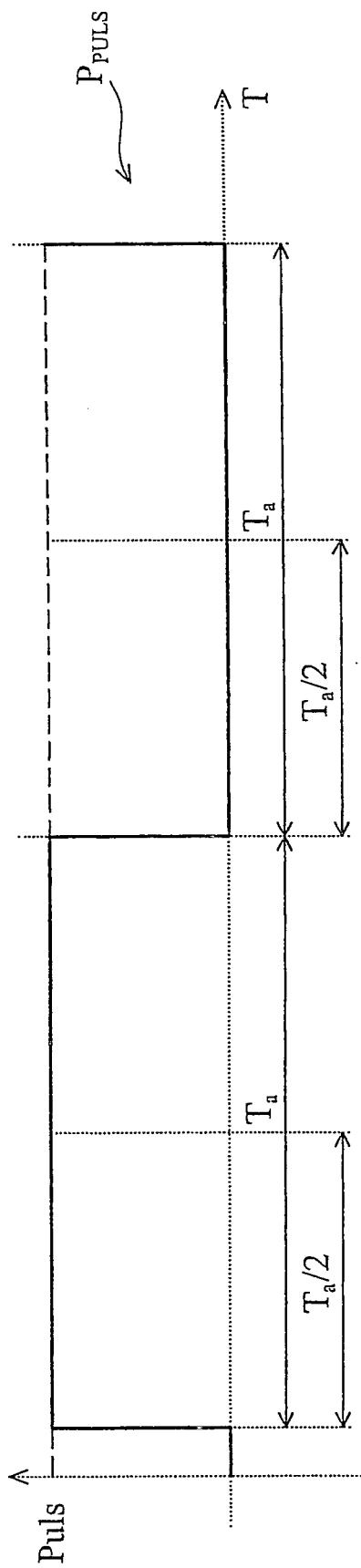


FIG. 12A

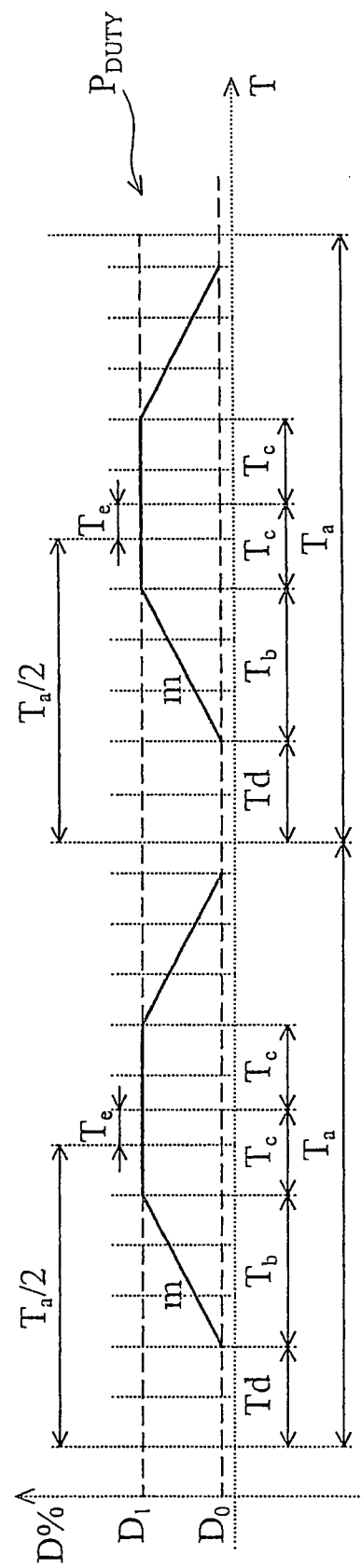


FIG. 12B

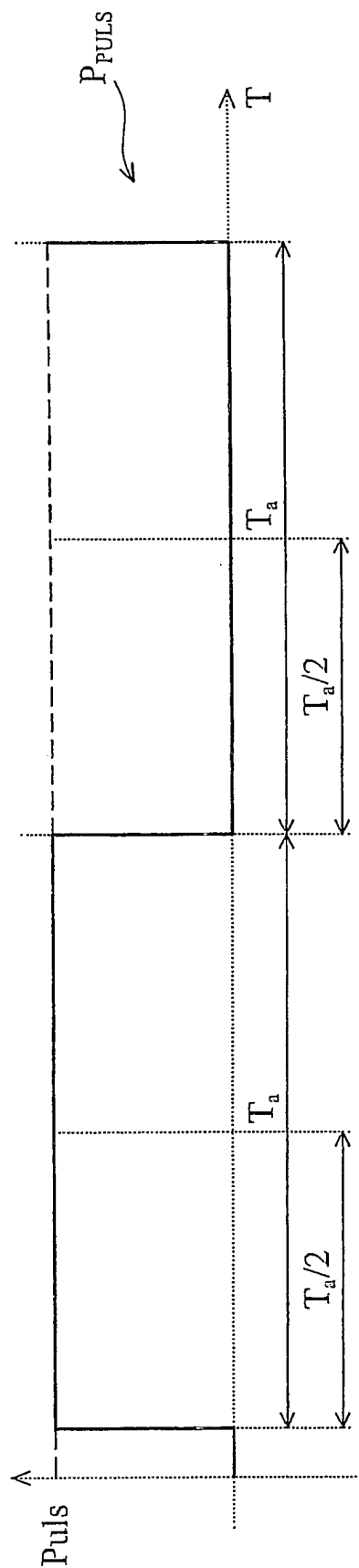


FIG. 13A

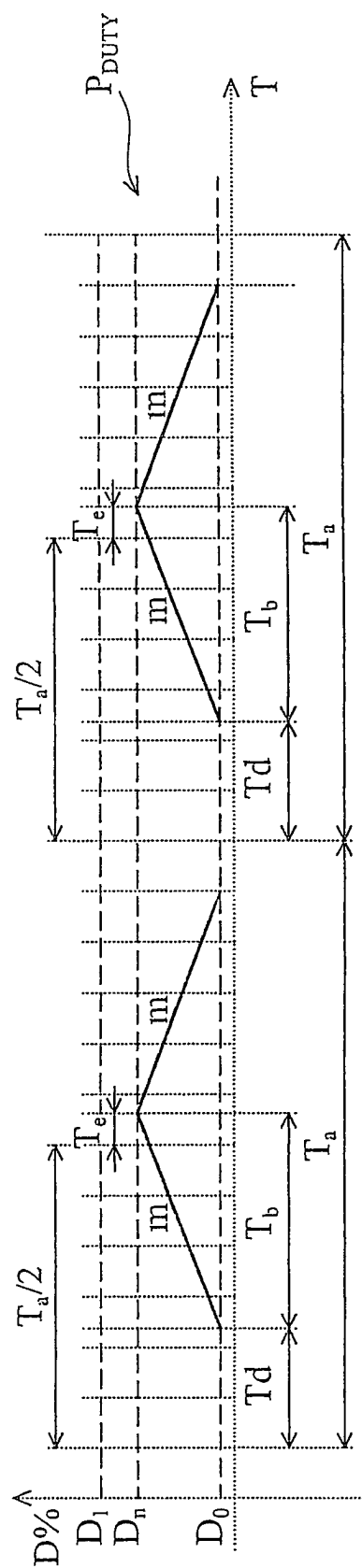


FIG. 13B

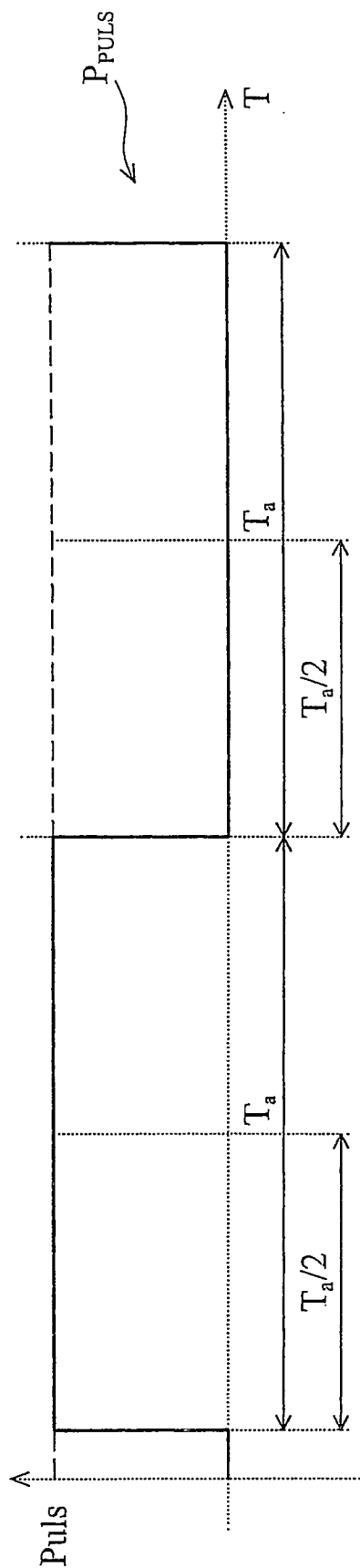


FIG. 14A

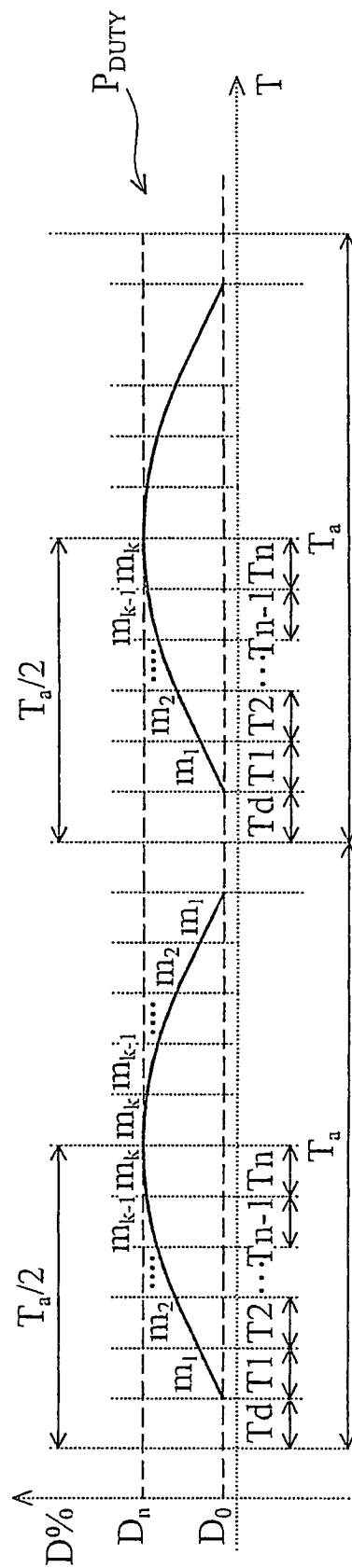


FIG. 14B

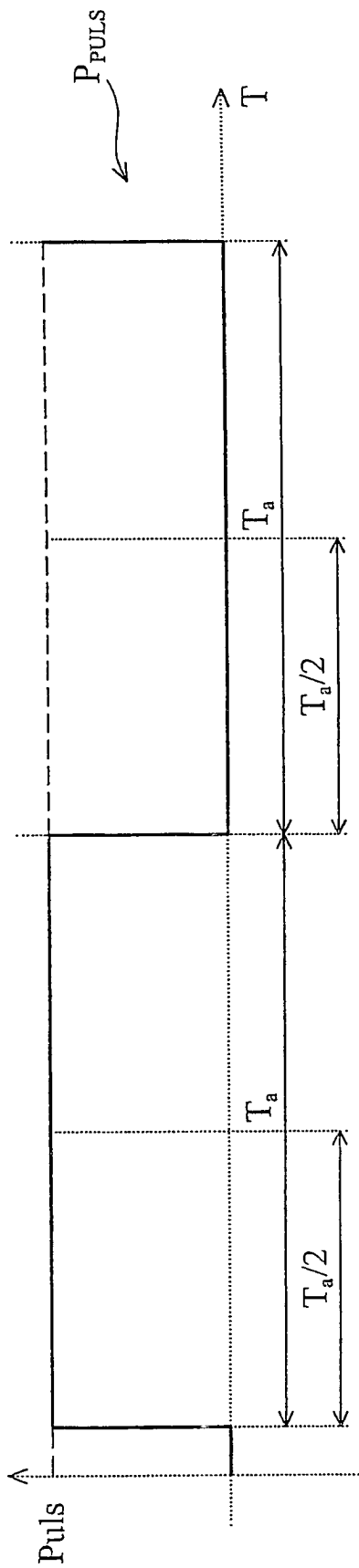


FIG. 15A

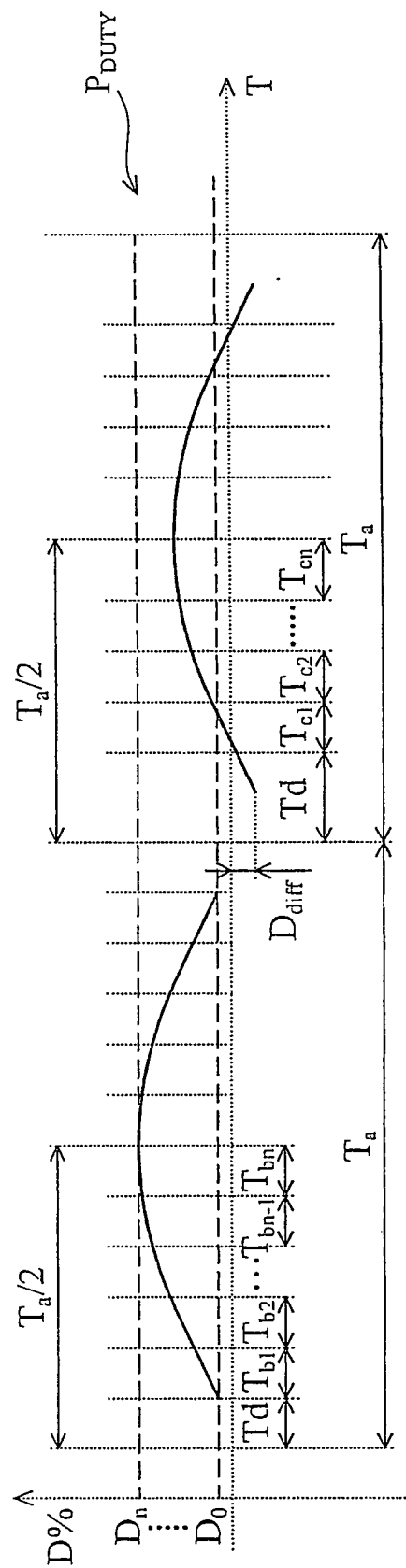


FIG. 15B

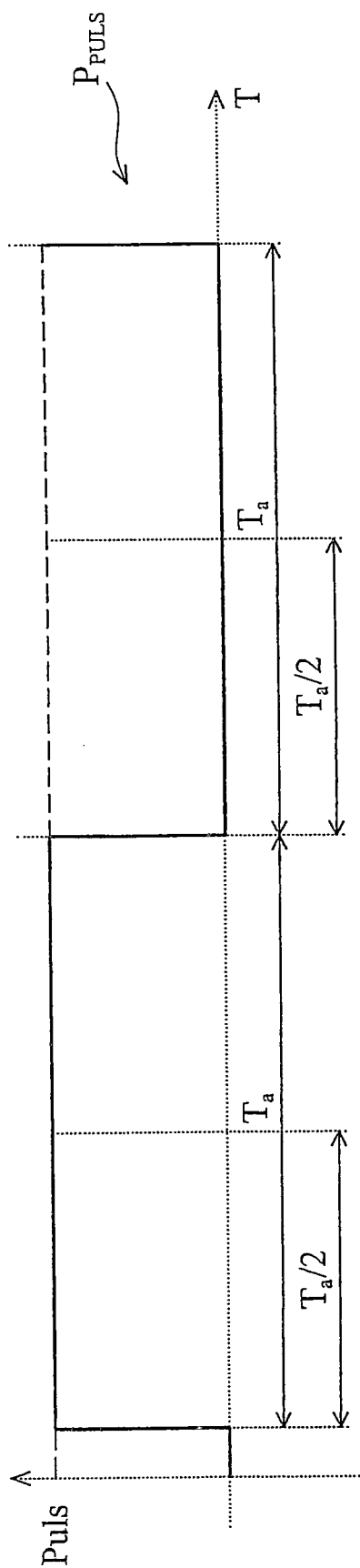


FIG. 16A

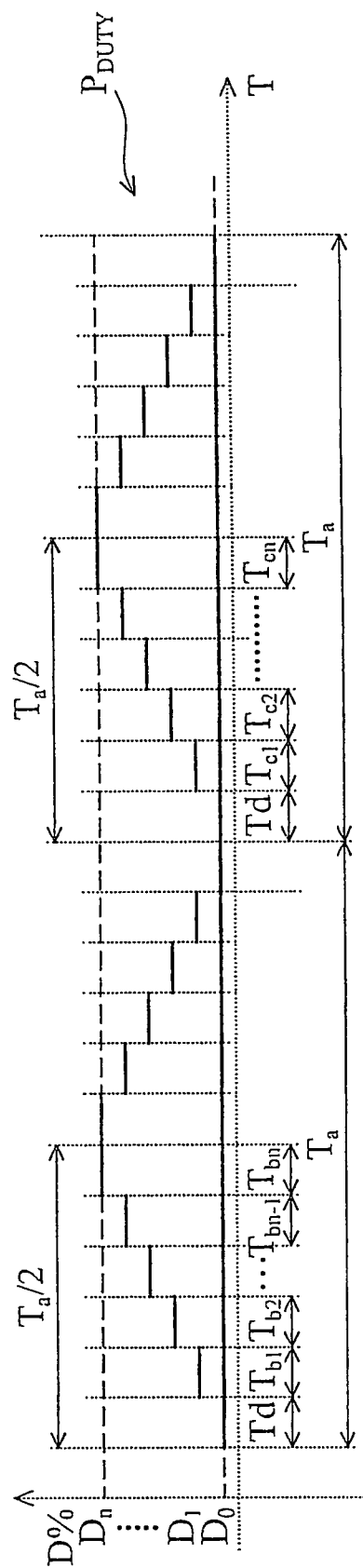


FIG. 16B

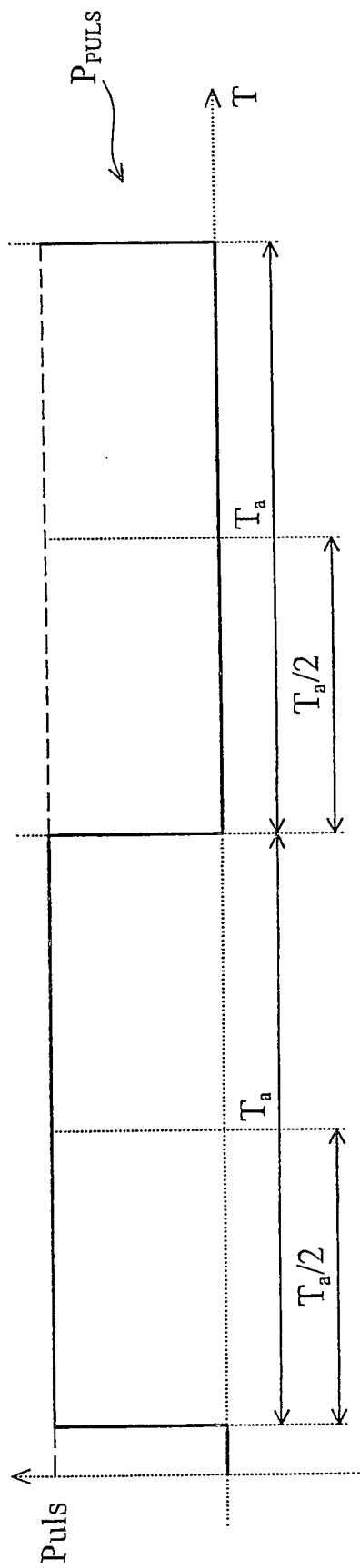


FIG. 17A

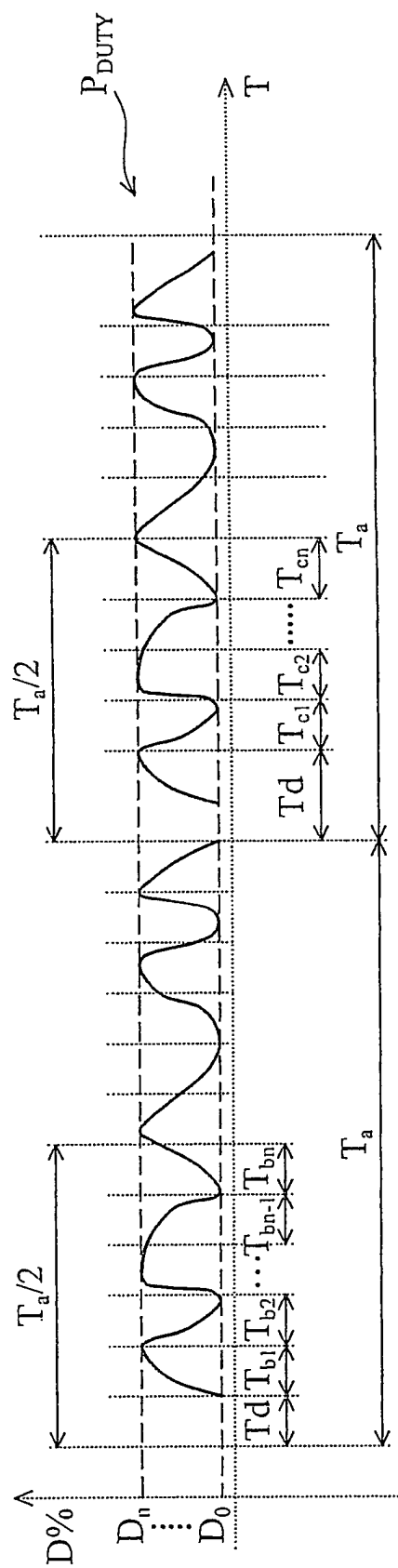


FIG. 17B

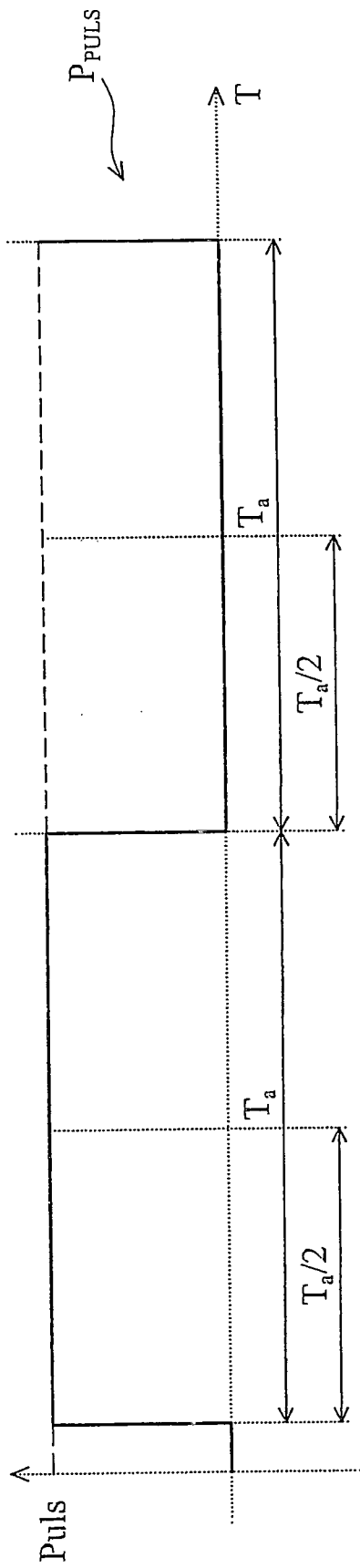


FIG. 18A

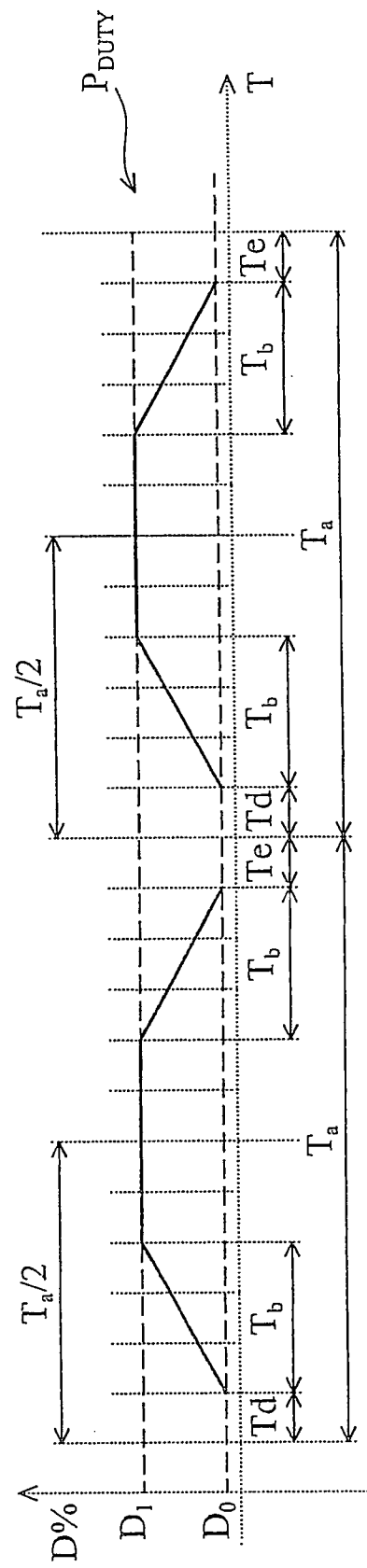


FIG. 18B

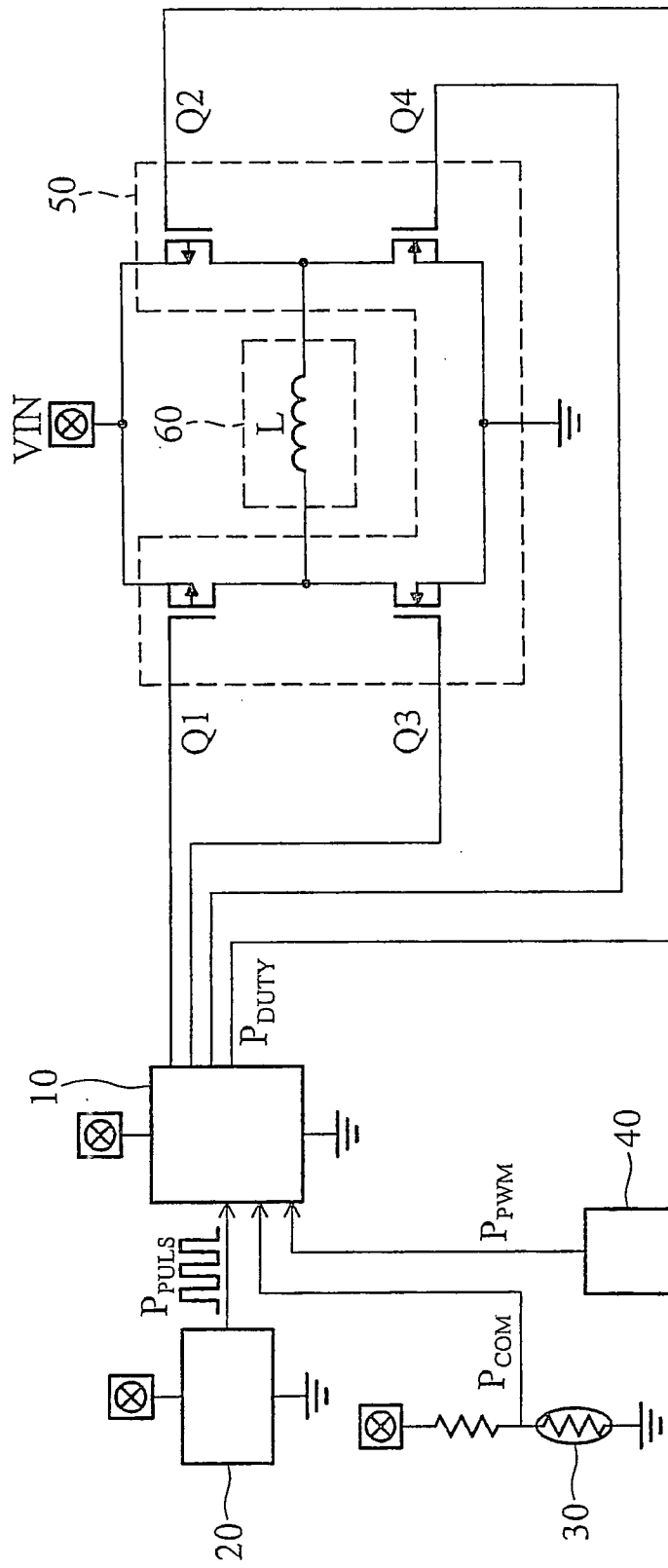


FIG. 19

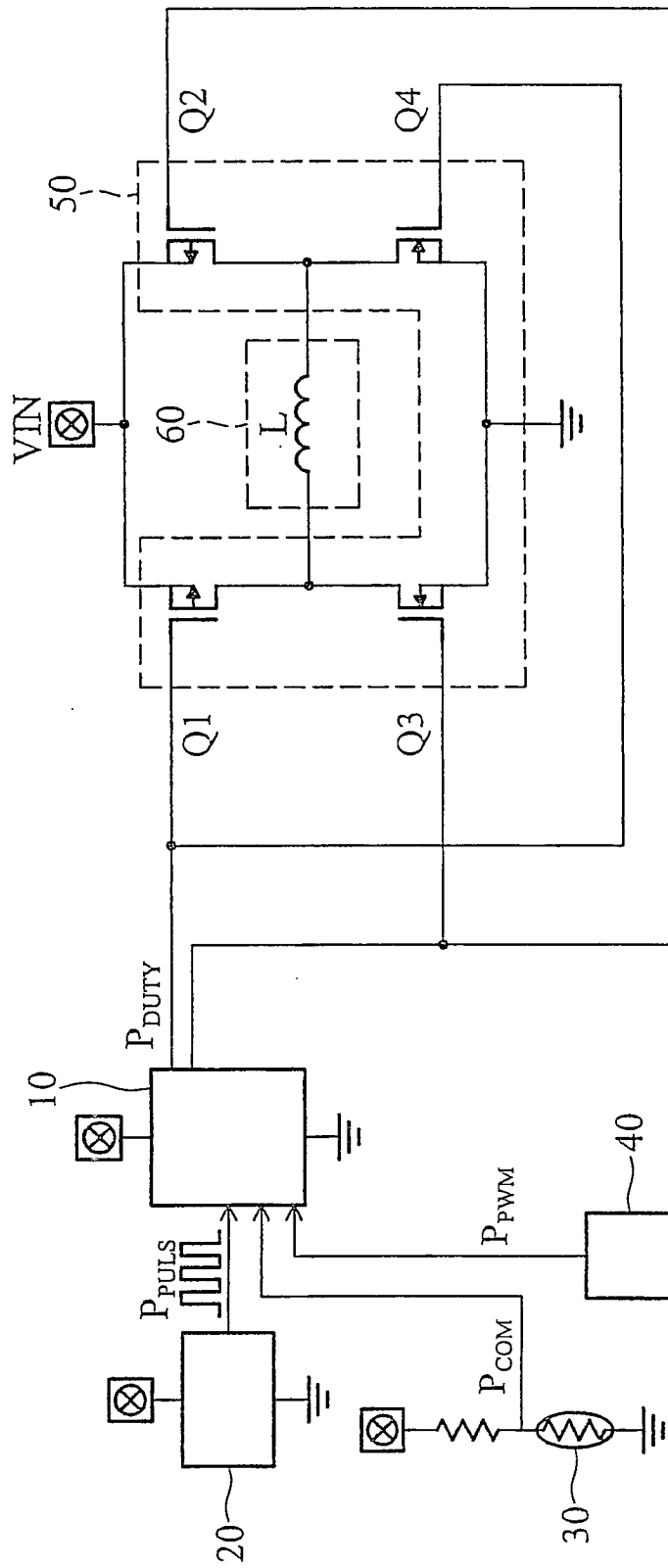


FIG. 20

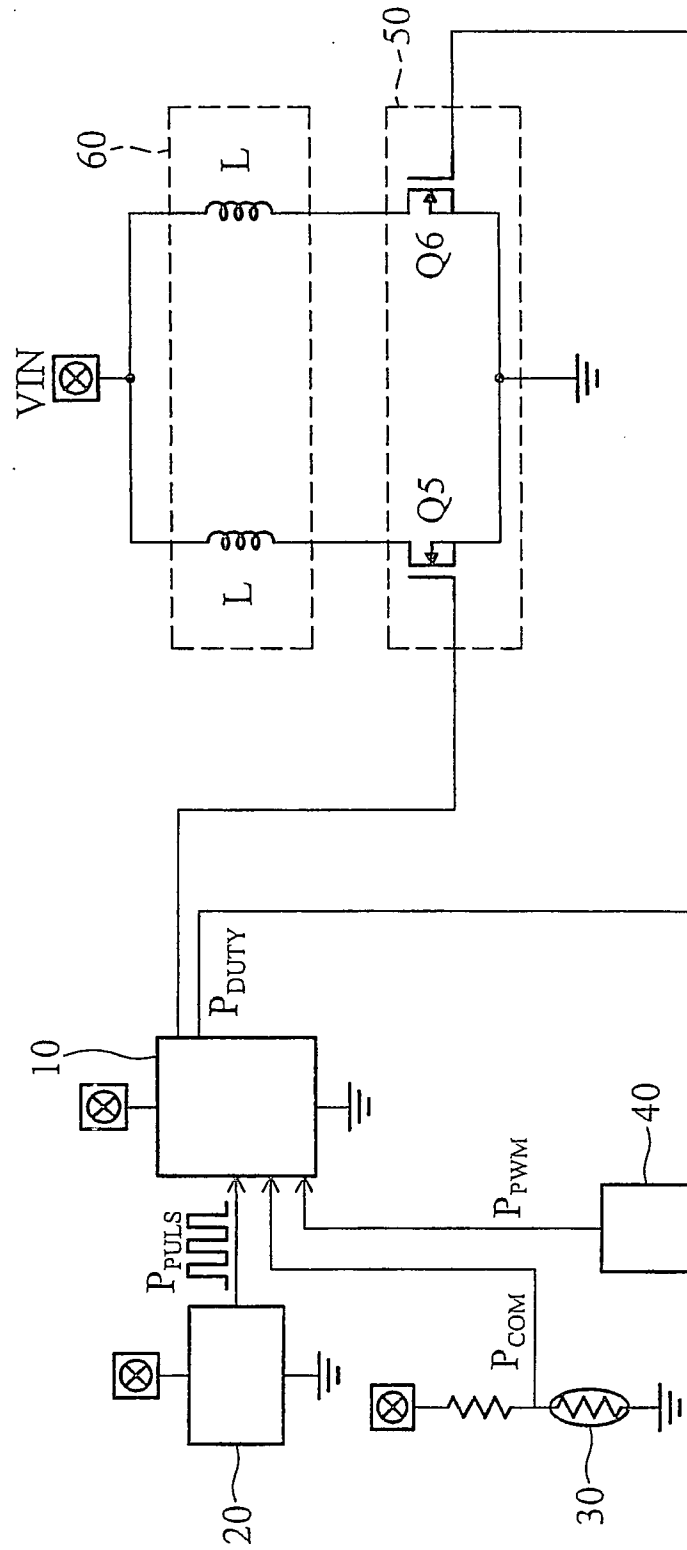


FIG. 21

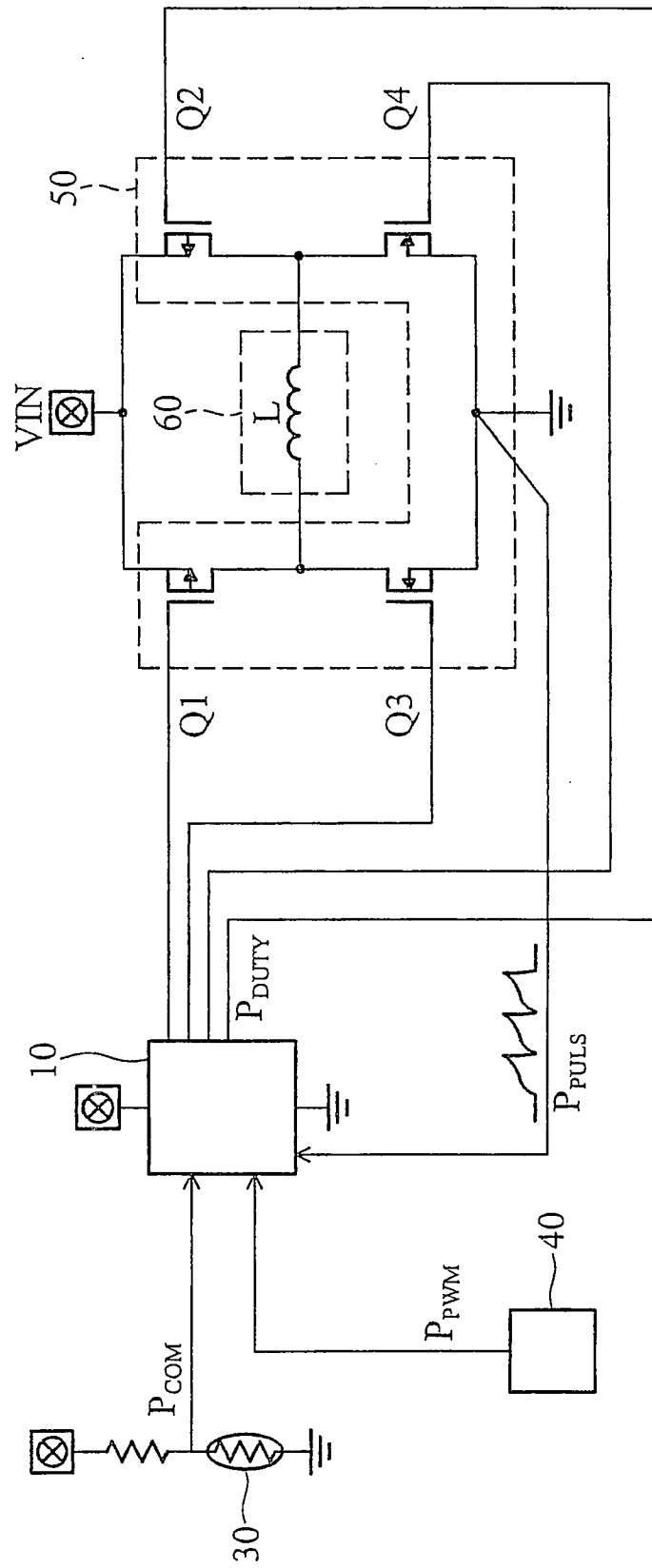


FIG. 22

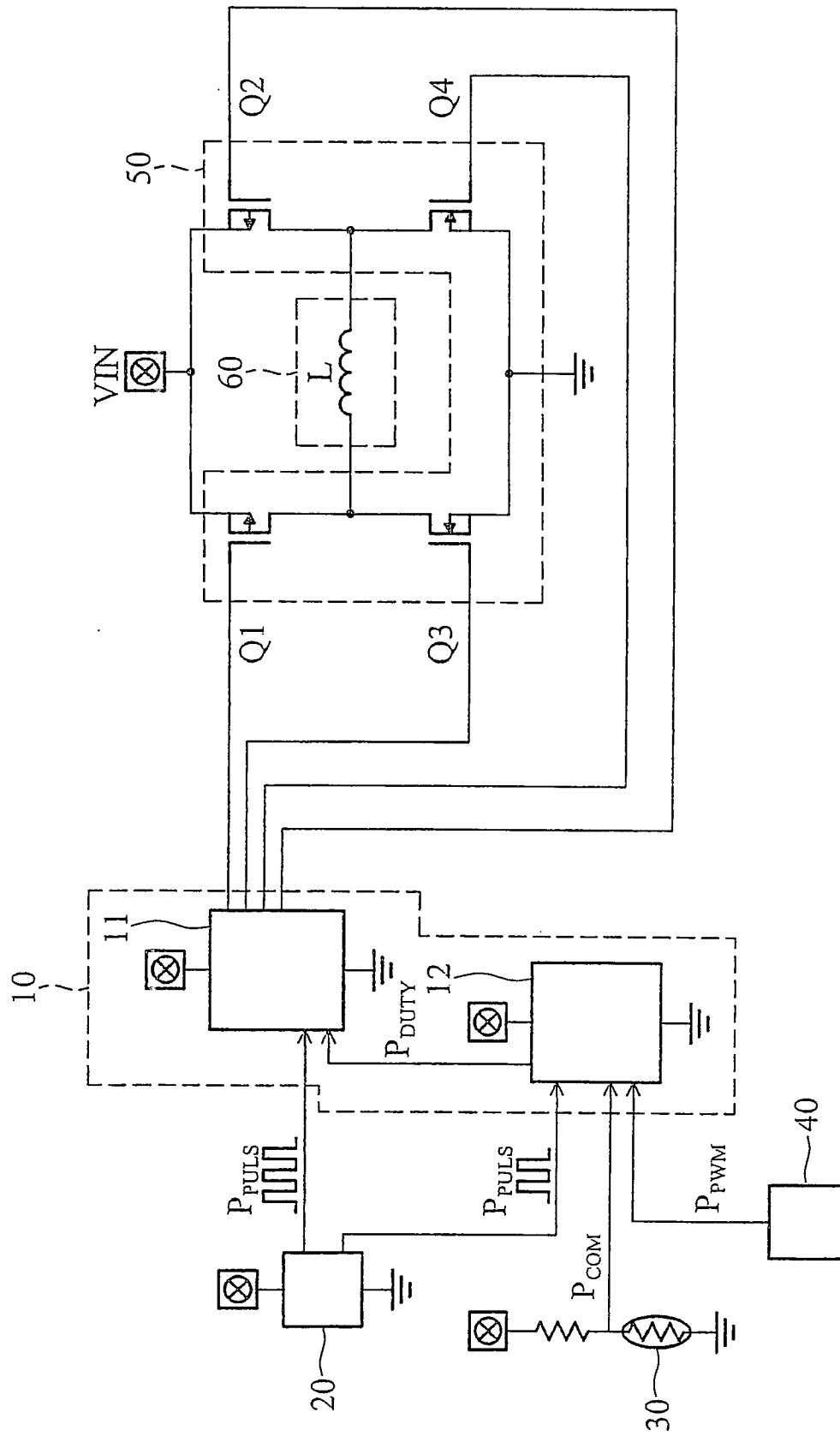


FIG. 23

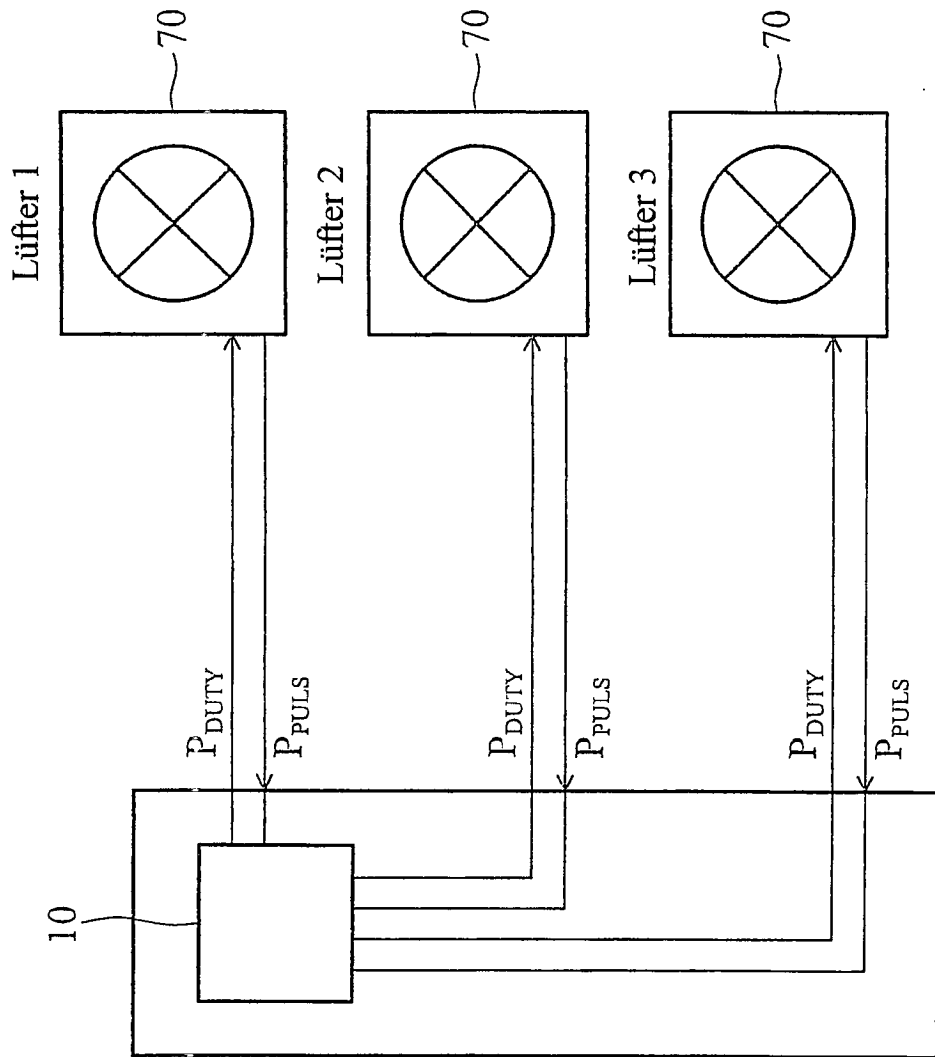


FIG. 24