

(19)



(11)

EP 2 203 640 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.01.2019 Patentblatt 2019/04

(51) Int Cl.:
F02P 3/05 ^(2006.01) **F02P 15/08** ^(2006.01)
F02P 9/00 ^(2006.01) **F02P 15/10** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08804059.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/062094

(22) Anmeldetag: **11.09.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/053162 (30.04.2009 Gazette 2009/18)

(54) **Regelelektronik, Steuergerät und Verfahren zur Regelung eines Mehrfachfunkenbetriebs einer Verbrennungskraftmaschine**

Electronic control, control device and method for controlling a multiple spark operation of an internal combustion engine

Commande électronique, dispositif de commande et procédé pour commander une opération d'allumage multiple d'un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **26.10.2007 DE 102007051249**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.07.2010 Patentblatt 2010/27

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **MAIER, Mario**
70806 Kornwestheim (DE)
• **OPITZ, Bernhard**
71229 Leonberg (DE)
• **SENFTLEBEN, Hartwig**
58566 Kierspe (DE)
• **HILGENBERG, Bernd**
72760 Reutlingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-02/02923 DE-A1- 10 003 109
DE-A1-102005 036 975 US-A1- 2007 175 461
US-B1- 6 283 104 US-B1- 7 121 270

EP 2 203 640 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Regelektronik, Steuergerät und Verfahren zur Regelung eines Mehrfachfunkenbetriebs einer Verbrennungskraftmaschine mit den im Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche genannten Merkmalen.

Stand der Technik

[0002] Eine Regelektronik, Steuergerät und Verfahren zur Regelung eines Mehrfachfunkenbetriebs einer Verbrennungskraftmaschine der eingangs genannten Art sind im Allgemeinen bekannt. Um in allen Betriebspunkten der Verbrennungskraftmaschine eine sichere Entflammung eines Gemischs aus Kraftstoff und Luft zu gewährleisten, werden in einigen Betriebszuständen, wie beispielsweise während einer Startphase, durch ein Wiedereinschalten eines Zündtransformators unmittelbar nach einem Erlöschen eines Zündfunken weitere Zündfunken in demselben Zündzyklus im Sinne einer Mehrfachzündung mittels einer Zündkerze erzeugt. Anhand eines Steuergeräts erfolgt eine Steuerung der Mehrfachzündung.

[0003] Darüber hinaus sind weiterführende Lösungen bekannt, die den Mehrfachfunkenbetrieb - auch als Multispark Mode bezeichnet - verbessern. Dabei wird bereits vor dem Erlöschen des Zündfunken eine in dem Primärstromkreis des Transformators befindliche Primärinduktivität nachgeladen. Auf Grund einer noch vorhandenen Restenergie im Zündtransformator ist eine Nachladezeit der Primärinduktivität deutlich verkürzt. In diesem Zusammenhang kann von einem Effekt profitiert werden, bei dem ein wesentlicher Teil einer von dem Transformator erzeugten Zündfunkenenergie zu Beginn eines jeden Zündfunken umgesetzt wird, wenn also der Zündfunkenstrom am höchsten ist, wobei dieser im Anschluss daran nahezu linear abnimmt. Auf diese Weise können folglich während eines Zündzyklus mehrere Zündfunken kurzer Dauer, jedoch vergleichsweise hoher Energie erzeugt werden. Das Steuergerät gibt dabei lediglich die Gesamtdauer des Mehrfachfunkenbetriebs vor, während eine Regelungselektronik eine Regelung des Mehrfachfunkenbetriebs, also eine Serie von aufeinander folgenden Zündfunken, übernimmt. In der Regel befindet sich die Regelungselektronik zusammen mit dem Zündtransformator in einem gemeinsamen Gehäuse.

[0004] Typischerweise sind in der Regelungselektronik feste Schwellwerte für einen Primärstrom und für einen Sekundärstrom hinterlegt, zu denen der Zündtransformator jeweils ausgeschaltet oder wieder eingeschaltet wird. Es bestehen jedoch eine Reihe von Einflussfaktoren, wie beispielsweise Zusammensetzung eines Kraftstoff-Luft-Gemischs, Zündkerzenalterung und dergleichen, die bei festgelegten Schwellwerten einen optimalen Betrieb der Verbrennungskraftmaschine erschweren.

[0005] Aus der DE 100 03 109 A1 ist bereits eine Re-

gelung eines Mehrfachfunkenbetriebs einer Verbrennungskraftmaschine bekannt, bei dem ein Zündtransformator zur Abgabe oder Unterbrechung eines Zündfunkenstroms anhand zumindest einer programmierbaren Stromschwelle abschaltbar oder wieder einschaltbar ist.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Die erfindungsgemäße Regelektronik, Steuergerät und Verfahren zur Regelung eines Mehrfachfunkenbetriebs einer Verbrennungskraftmaschine mit den in den unabhängigen Ansprüchen genannten Merkmalen bietet demgegenüber den Vorteil, dass je nach Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine eine individuelle Einstellung der Schwellwerte, insbesondere Stromschwellen, für den Primärstrom und/oder für den Sekundärstrom vorgenommen werden kann. Dabei erfolgt eine Programmierung zumindest einer Stromschwelle. Die individuelle Einstellung der Stromschwellen ermöglicht demnach eine bedarfsorientierte Einstellung der Folgestromschwellen des Mehrfachfunkenbetriebs in jedem einzelnen Zündzyklus beziehungsweise Arbeitsspiel der Verbrennungskraftmaschine.

[0007] Anhand der individuellen Einstellung der Stromschwellen und der damit zusammenhängenden bedarfsorientierten Einstellung der Folgestromschwellen des Mehrfachfunkenbetriebs können somit bei Zündvorgängen auch Einflussfaktoren, wie beispielsweise Gemischzusammensetzung, Zündkerzenalterung und dergleichen, die einen optimalen Betrieb der Verbrennungskraftmaschine erschweren, berücksichtigt und kompensiert werden. Mit anderen Worten kann die Zuführung einer Zündenergie an eine Zündkerze an den Bedarf des jeweiligen Betriebs- und Lastzustandes der Verbrennungskraftmaschine optimal angepasst werden.

[0008] Letztlich lässt sich mit der vorliegenden Erfindung neben einer verbesserten Kraftstoffentflammung auch ein zuverlässigerer Betrieb der Verbrennungskraftmaschine gewährleisten. Die verbesserte Kraftstoffentflammung wirkt sich zudem positiv auf einen Kraftstoffverbrauch der Verbrennungskraftmaschine einerseits und auf einen Leistungsabwurf der Verbrennungskraftmaschine andererseits aus.

Dabei ist es vorgesehen, dass die Übermittlung des Vorgabewertes für die Folgestromschwelle, insbesondere Sekundärstrom-Abschaltschwelle, anhand der Dauer der Zeitspanne erfolgt. Die Dauer der Zeitspanne beziehungsweise die Pausenzeit zwischen den beiden Ansteuersignalen des Steuergeräts stellt eine ohnehin vorhandene Signallücke dar, die durch eine gezielte und planmäßige Veränderung zu einer Werteasoziiierung genutzt werden kann. So lässt sich beispielsweise einer Zeitspanne von 30 μ s eine Sekundärstrom-Abschaltschwelle von 70 mA oder einer Zeitpause von 160 μ s eine Sekundärstrom-Abschaltschwelle von 40 mA zuordnen.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen, insbesondere hinsichtlich der Programmierung der Schwellen, ergeben

sich durch die Merkmale der abhängigen Ansprüche.

[0010] Gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist es vorgesehen, dass in Abhängigkeit eines mit einem Erfassungsmittel erfassbaren beziehungsweise messbaren Transformatorstroms, insbesondere Primärstrom und/oder Sekundärstrom, eine Einstellung der zumindest einen Stromschwelle erfolgt. Hierbei kann anhand eines Steuergeräts eine individuelle Einstellung der Schwellen dahingehend erfolgen, dass diese mit in dem Steuergerät hinterlegten optimalen Schwellen, welche für jeden Betriebszustand bekannt sind, in Übereinstimmung gebracht werden. Letztlich ist auf diese Weise, insbesondere unter Einbeziehung der eingestellten Schwellen, der Mehrfachfunkenbetrieb möglich.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine Übermittlung des Vorgabewertes für eine Folgestromschwelle von einem Steuergerät an eine Regelelektronik des Zündtransformators anhand einer kodierten Zeitspanne zwischen einem von einem Steuergerät ausgegebenen ersten Ansteuersignal und einem von dem Steuergerät ausgegebenen zweiten Ansteuersignal erfolgt. Mittels der Kodierung der Zeitspanne beziehungsweise der Pausenzeit zwischen den beiden Ansteuersignalen des Steuergeräts kann eine für den Zündtransformator geeignete Information über eine vorzusehende Stromschwelle übermittelt werden.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Übermittlung des Vorgabewertes in Kombination mit einem auf einer zusätzlichen Stromschwelle basierenden weiteren Vorgabewert für eine zugehörige Folgestromschwelle, insbesondere Primärstrom-Abschaltswelle, anhand der Dauer der Zeitspanne erfolgt. Hierbei ergibt sich ein Synergieeffekt, bei dem mittels lediglich eines Parameters, nämlich der Zeitspanne, eine Wertekombination sowohl für die Sekundärstrom-Abschaltswelle als auch für die Primärstrom-Abschaltswelle übermittelbar ist.

[0013] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Übermittlung des Vorgabewertes in Verbindung mit einem Stromschwellen-Differenzwert über die Dauer der Zeitspanne erfolgt. Mit anderen Worten wird hierbei über die Pulspause ein Wertedelta übermittelt, das die jeweilige Stromschwelle bei einer langen Pulspause, beispielsweise um 10 mA, absenkt. Bei einer kurzen Pulspause kann anhand des Wertedeltas die entsprechende Stromschwelle, beispielsweise um 10 mA, angehoben werden. Auch vorsehbar ist eine Konstellation, bei der eine mittlere Pulspause zu keiner Veränderung der relevanten Stromschwelle führt.

[0014] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine bidirektionale Schnittstelle zwischen dem Steuergerät und dem Zündtransformator, insbesondere zur Übermittlung einer Funkenbrenndauer, vorgesehen ist. Dabei kann eine Rückmeldung von Informationen des Zündtransformators über ei-

ne Umschaltung eines Ansteuerstroms erfolgen. Zum Beispiel kann der Ansteuerstrom während der Funkenbrenndauer einem Wert von 20 mA und während einer Aufladephase einem Wert von 10 mA entsprechen. Das Steuergerät ist dann in der Lage, über den Strom die Funkenbrenndauer zu ermitteln und erhöht oder verringert die Sekundärstromschwelle in Abhängigkeit der benötigten Funkenbrenndauer. Damit kann letztlich eine fehlerhafte Interpretation vorhandener Pulspausen, insbesondere bei der Übermittlung von Stromschwellen-Differenzwerten, vermieden werden. Ferner ist gewährleistet, dass die Informationen im Steuergerät und im Zündtransformator stets übereinstimmen, wodurch eine Mitführung eines Fehlers in jedem weiteren Zündzyklus unterbleibt.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Übermittlung des Vorgabewertes und/oder des weiteren Vorgabewertes anhand eines Stromschwellenwerte beinhaltenenden Protokolls über die Dauer der Zeitspanne erfolgt. Hierbei umfasst das Protokoll Regeln, welche das Format, den Inhalt, die Bedeutung und die Reihenfolge gesendeter Informationen zwischen verschiedenen Instanzen, insbesondere zwischen der in dem Zündtransformator befindlichen Regelungselektronik und dem Zündtransformator selbst oder zwischen dem Steuergerät und der Regelungselektronik, festlegen.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine Erfassung eines Amplituden-Wertes eines ersten Primärstrompulses zur Einstellung der zumindest einen Stromschwelle, insbesondere Primärstrom-Abschaltswelle, erfolgt. Die Amplitude des ersten Primärstrompulses wird demnach dazu verwendet, die Primärstromschwelle einzustellen beziehungsweise zu programmieren. Dabei entspricht der Amplitudenwert des ersten Pulses der Stromschwelle für alle nachfolgenden Pulse. Alternativ kann die Stromschwelle um einen festen Faktor erhöht oder verringert werden.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass während der Erfassung des Amplituden-Wertes des ersten Primärstrompulses zur Einstellung der Primärstrom-Abschaltswelle die Übermittlung des Vorgabewertes der Sekundärstrom-Abschaltswelle über die Dauer der Zeitspanne erfolgt. Hierbei wird der Amplitudenwert als Vorgabe für alle weiteren Primärstrom-Abschaltsschwellen verwendet und gleichzeitig über die Pause der Sekundärstrom-Schwellwert übermittelt.

Vorteilhaft ist auch ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem vorgesehen ist, dass mit der Amplitude respektive dem Amplituden-Wert des ersten Primärstrompulses die Übermittlung einer Kombination aus Sekundärstrom-Abschaltswelle und Primärstrom-Abschaltswelle erfolgt. Hierbei ergibt sich aus dem Schwellwert eine feste Wertekombination, wobei die Pause unberücksichtigt bleibt. Beispielsweise kann einer Amplitude von 15 A eine Wertekombination von 15 A für

die Primärstrom-Abschaltsschwelle und von 40 mA für die Sekundärstrom-Abschaltsschwelle zugeordnet werden. Weiterhin kann bei einer Amplitude von 16 A die Abschaltsschwelle für den Primärstrom bei 16 A und die Abschaltsschwelle für den Sekundärstrom bei 50 mA liegen. Bei einer Abschaltsschwelle von 17 A für den Primärstrom und einer Abschaltsschwelle von 60 mA für den Sekundärstrom kann die Amplitude einen Wert von 17 A aufweisen.

[0018] In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Steuergerät in Abhängigkeit des Betriebszustandes der Verbrennungskraftmaschine die Dauer der Zeitspanne einstellt, wobei zum Ende der Zeitspanne eine Messung und Speicherung des anstehenden Sekundärstromwertes erfolgt, der als Vorgabewert der zugehörigen Folgestromschwelle, insbesondere Sekundärstromschwellen, dient, wodurch eine weitere Alternative zu den vorgenannten Wertevorgaben gegeben ist.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Übermittlung des Vorgabewertes und/oder des weiteren Vorgabewertes anhand eines Stromschwellenwerte beinhaltenden Protokolls oder anhand eines die Stromschwellenwerte beinhaltenden Wertesignals, insbesondere pulsweitenmoduliertes Wertesignal, über die Dauer des zweiten Ansteuersignals erfolgt. Zur Übermittlung der entsprechenden Information während der Mehrfachfunkenphase ist hierbei ein für Eindrahtschnittstellen geeignetes Protokoll oder auch ein geeignetes pulsweitenmoduliertes Signal vorzusehen. Zur Vermeidung eines unerwünschten Einschaltens oder Ausschaltens des Zündtransformators auf Grund der Informationsübertragung, können vorzugsweise sehr kurze Pulse zum Einsatz kommen, die für eine standardmäßige Funktion heraus gefiltert werden können. Die gesendeten Informationen werden für diesen Fall erst im nächsten Zündzyklus verarbeitet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Die Erfindung sowie vorteilhafte Ausgestaltungen gemäß den Merkmalen der weiteren Ansprüche werden im Folgenden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, ohne dass insoweit eine Beschränkung der Erfindung erfolgt; diese umfasst vielmehr alle Abwandlungen, Änderungen und Äquivalente, die im Rahmen der Ansprüche möglich sind. Es zeigen:

Figur 1 ein Diagramm mit einem Ansteuersignalverlauf, insbesondere Verlauf einer Ansteuerungsspannung, sowie mit einem Primärstromverlauf und mit einem Sekundärstromverlauf, bei dem die Einstellung einer Sekundärstrom-Abschaltsschwelle über eine kurze Pulspause erfolgt;

Figur 2 ein weiteres Diagramm mit einem Ansteuer-

signalverlauf, insbesondere Verlauf einer Ansteuerungsspannung, sowie mit einem Primärstromverlauf und mit einem Sekundärstromverlauf, bei dem die Einstellung der Sekundärstrom-Abschaltsschwelle über eine lange Pulspause erfolgt;

Figur 3 ein Diagramm mit einem Ansteuersignalverlauf, insbesondere Verlauf einer Ansteuerungsspannung, und mit einem Verlauf eines Ansteuerstroms sowie mit einem Primärstromverlauf und mit einem Sekundärstromverlauf, bei dem durch eine Regelungselektronik eines Zündtransformators eine Änderung des Ansteuerstromes in Abhängigkeit des Betriebszustandes des Transformators erfolgt (Nachladen = 20 mA und Entladen (Zündfunke) = 10 mA);

Figur 4 ein Diagramm mit einem Ansteuersignalverlauf, insbesondere Verlauf einer Ansteuerungsspannung, sowie mit einem Primärstromverlauf und mit einem Sekundärstromverlauf, bei dem die Einstellung einer Primär- und der Sekundärstrom-Abschaltsschwelle, insbesondere anhand eines Abschaltsschwellen-Wertepaars, über eine kurze Pulspause erfolgt;

Figur 5 ein weiteres Diagramm mit einem Ansteuersignalverlauf, insbesondere Verlauf einer Ansteuerungsspannung, sowie mit einem Primärstromverlauf und mit einem Sekundärstromverlauf, bei dem die Einstellung der Primär- und der Sekundärstrom-Abschaltsschwelle, insbesondere anhand eines Abschaltsschwellen-Wertepaars, über eine lange Pulspause erfolgt; und

Figur 6 ein Diagramm mit einem Ansteuersignalverlauf, insbesondere Verlauf einer Ansteuerungsspannung, sowie mit einem Primärstromverlauf und mit einem Sekundärstromverlauf, bei dem eine Informationsübertragung zur Einstellung der Strom-Abschaltsschwellen während einer Mehrfachfunkenphase erfolgt.

Ausführungsform(en) der Erfindung

[0021] In Figur 1 ist ein Diagramm 10 gezeigt, das den Verlauf einer Ansteuerungsspannung 11, den Verlauf eines Primärstroms 12 sowie den Verlauf eines Sekundärstroms 13 umfasst. Typischerweise sendet bei einem Mehrfachfunkenystem der vorliegenden Art ein Steuergerät bei einem Einsatz einer Eindrahtschnittstelle in einem Zündzyklus einen ersten Puls 14 und einen zweiten Puls 15. Der erste Puls 14 entspricht dem Puls einer konventionellen Transistorspulenzündung, wobei das Steuergerät sowohl eine Ladedauer als auch einen Zündzeit-

punkt vorgibt. Der zweite Puls 15 gibt die Dauer einer Mehrfachfunkenphase vor. Zwischen den beiden Pulsen 14;15 - auch als Ansteuersignale bezeichnet - liegt eine Pulspause 16 oder auch eine Zeitspanne vor, die gemäß Figur 1 relativ kurz ausfällt und zur Programmierung zumindest einer Stromschwelle dient. Sofern die Pausenzeit 16 zwischen den beiden vom Steuergerät gesendeten Pulsen 14;15 kodiert ist, können über die Pulspause 16 Informationen beziehungsweise Datenwerte, wie beispielsweise Werte einer Sekundärstromschwelle 17, an den Zündtransformator, insbesondere Zündspule, übermittelt werden. Die Kodierung kann dabei durch verschiedene Varianten erfolgen.

[0022] Gemäß Figur 1 erfolgt über die Dauer beziehungsweise Länge der Pulspause 16 eine Übermittlung von Werten der Sekundärstrom-Abschaltswelle 17. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Pulspause 16 einen Wert von 10 μs auf und entspricht somit einer Sekundärstrom-Abschaltswelle 17 von 80 mA, was einem hohen Abschaltstrom gleich kommt. Neben der Sekundärstrom-Abschaltswelle 17 ist eine Primärstrom-Abschaltswelle 18 gegeben. Bei weiteren Wertepaarungen weist die Pulsdauer 16 Werte von 30 μs , 60 μs , 100 μs oder 160 μs , während die Sekundärstrom-Abschaltswelle 17 auf Werte von 70 mA, 60 mA, 50 mA beziehungsweise 40 mA gesetzt wird. Gemäß Figur 2 beziehungsweise gemäß einem zugehörigen Diagramm 20 entspricht die Sekundärstrom-Abschaltswelle 17 mit dem letztgenannten Wert von 40 mA der Pulspause 16 in Höhe von 160 μs , was einen niedrigen Abschaltstrom bei einer vergleichsweise langen Pulspause widerspiegelt. Im Übrigen entspricht das Diagramm nach Figur 2 dem Diagramm entsprechend Figur 1 und weist ebenfalls den Verlauf des Ansteuersignals 11, den Verlauf des Primärstroms 12 mit zugehöriger Primärstrom-Abschaltswelle 18 sowie den Verlauf des Sekundärstroms 13 auf.

[0023] In Figur 3 ist ein Diagramm 30 gezeigt, das den Verlauf der Ansteuerspannung 11, den Verlauf eines Ansteuerstroms 19 sowie den Verlauf des Primärstroms 12 und den Verlauf des Sekundärstroms 13 wiedergibt. Hierbei wird über die Pulspause 16 ein Stromschwellen-Differenzwert oder auch ein Wertedelta übermittelt. Eine lange Pulspause bedeutet in diesem Zusammenhang eine Absenkung der Stromschwelle um 10 mA. Eine kurze Pulspause bewirkt eine Anhebung der Stromschwelle um 10 mA. Eine mittlere Pausendauer hat keine Änderung zur Folge. Um eine fehlerhafte Interpretation vorhandener Pulspausen, insbesondere bei der Übermittlung von Stromschwellen-Differenzwerten, zu vermeiden, kann eine bidirektionale Schnittstelle zwischen dem Steuergerät und dem Zündtransformator vorgesehen werden. Dabei kann eine Rückmeldung von Informationen des Zündtransformators über eine Umschaltung eines Ansteuerstroms erfolgen. Zum Beispiel kann der Ansteuerstrom 19 während einer Funkenbrenndauer einem Wert 21 von 20 mA und während einer Aufladephase einem weiteren Wert 22 von 10 mA entsprechen. Das

Steuergerät ist dann in der Lage, über den Strom die Funkenbrenndauer zu ermitteln und erhöht oder verringert die Sekundärstromschwelle in Abhängigkeit der benötigten Funkenbrenndauer. Damit ist gewährleistet, dass die Informationen im Steuergerät und im Zündtransformator stets übereinstimmen, wodurch eine Mitführung eines Fehlers in jedem weiteren Zündzyklus unterbleibt.

[0024] In der Figur 4 ist ein Diagramm 40 gezeigt, das den Verlauf der Ansteuerspannung 11, den Verlauf des Primärstroms 12 sowie den Verlauf des Sekundärstroms 13 darstellt. Hierbei wird über die Länge der Pulspause 16 eine Kombination von Werten aus der Sekundärstrom-Abschaltswelle 17 und der Primärstrom-Abschaltswelle 18 übermittelt. Die Dauer der Pulspause 16 von 160 μs entspricht dabei 50 mA für die Sekundärstrom-Abschaltswelle 17 und 17 A für die Primärstrom-Abschaltswelle 18. Gemäß Figur 5, dessen Diagramm 50 ebenfalls den Verlauf des Ansteuersignals 11, den Verlauf des Primärstroms 12 sowie den Verlauf des Sekundärstroms 13 aufweist, beträgt die Dauer der Pulspause 100 μs , so dass für die Sekundärstrom-Abschaltswelle 17 ein Wert von 50 mA und für die Primärstrom-Abschaltswelle 18 ein Wert von 15 A zugeordnet sind. Weitere Zuordnungen weisen für eine Pulspause von 60 μs ein Stromschwellenverhältnis von 70 mA zu 17 A und bei einer Pulspause von 30 μs ein Stromschwellenverhältnis von 70 mA zu 15 A für die Sekundärstrom-Abschaltswelle 17 beziehungsweise für die Primärstrom-Abschaltswelle 18 auf.

[0025] In Figur 6 ist ein Diagramm 60 gezeigt, das den Verlauf der Ansteuerspannung 11 sowie den Verlauf des Primärstroms 12 und den Verlauf des Sekundärstroms 13 umfasst. Die Übermittlung der Information über die Stromschwellen erfolgt hierbei während der Mehrfachfunkenphase, also während des zweiten Pulses 15. Zur Übermittlung der Informationen und Werte kann ein für Eindrahtschnittstellen geeignetes Protokoll zum Einsatz kommen. Die Mehrfachfunkenphase beziehungsweise deren Signalverlauf ist hierbei Grundlage für eine Programmierung der Stromschwellen. Alternativ kann hierfür auch ein pulswidenmoduliertes Signal Anwendung finden. Zur Vermeidung eines unerwünschten Einschaltens oder Ausschaltens des Zündtransformators auf Grund der Informationsübertragung während der Mehrfachfunkenphase, werden vorzugsweise sehr kurze Pulse 15.1 bis 15.4 eingesetzt, die für eine standardmäßige Funktion heraus gefiltert werden können. Die gesendeten Informationen werden für diesen Fall erst im nächsten Zündzyklus verarbeitet, da die Mehrfachfunkenphase beziehungsweise dessen Signal selbst als Informationsträger dient.

Patentansprüche

1. Steuergerät zur Regelung eines Mehrfachfunkenbetriebs einer Verbrennungskraftmaschine, bei der ein Zündtransformator zur Abgabe oder Unterbrechung

- eines Zündfunkenstroms anhand zumindest einer programmierbaren Stromschwelle abschaltbar oder wieder einschaltbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Übermittlung des Vorgabewertes für eine Folgestromschwelle von dem Steuergerät an eine Regelelektronik des Zündtransformators anhand einer Dauer einer Zeitspanne (16) zwischen einem von dem Steuergerät ausgegebenen ersten Ansteuersignal (14) und einem von dem Steuergerät ausgegebenen zweiten Ansteuersignal (15) erfolgt.
2. Regelelektronik eines Zündtransformators zur Regelung eines Mehrfachfunkenbetriebs einer Verbrennungskraftmaschine, bei der ein Zündtransformator zur Abgabe oder Unterbrechung eines Zündfunkenstroms anhand zumindest einer programmierbaren Stromschwelle abschaltbar oder wieder einschaltbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Übermittlung des Vorgabewertes für eine Folgestromschwelle von einem Steuergerät an die Regelelektronik des Zündtransformators anhand einer Dauer einer Zeitspanne (16) zwischen einem von dem Steuergerät ausgegebenen ersten Ansteuersignal (14) und einem von dem Steuergerät ausgegebenen zweiten Ansteuersignal (15) erfolgt.
 3. Steuergerät oder Regelelektronik nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit eines Vergleichs von Folgestromschwelle und eines messbaren Transformatorstroms, insbesondere Primärstrom und/oder Sekundärstrom, die Abgabe oder Unterbrechung des Zündfunkenstroms erfolgt.
 4. Steuergerät oder Regelelektronik nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übermittlung des Vorgabewertes in Kombination mit einem auf einer zusätzlichen Stromschwelle basierenden weiteren Vorgabewert einer zugehörigen Folgestromschwelle, insbesondere Primärstrom-Abschaltswelle (18), anhand der Dauer der Zeitspanne (16) erfolgt.
 5. Steuergerät oder Regelelektronik nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übermittlung des Vorgabewertes in Verbindung mit einem Stromschwellen-Differenzwert über die Dauer der Zeitspanne (16) erfolgt.
 6. Steuergerät oder Regelelektronik nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine bidirektionale Schnittstelle zwischen dem Steuergerät und dem Zündtransformator, insbesondere zur Übermittlung einer Funkenbrenndauer, gegeben ist.
 7. Steuergerät oder Regelelektronik nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übermittlung des Vorgabewertes und/oder des weiteren
- Vorgabewertes anhand eines Stromschwellenwerts beinhaltenden Protokolls über die Dauer der Zeitspanne (16) erfolgt.
8. Steuergerät oder Regelelektronik nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Erfassung eines Amplituden-Wertes eines ersten Primärstrompulses zur Einstellung der zumindest einen Stromschwelle, insbesondere Primärstrom-Abschaltswelle (18), erfolgt.
 9. Steuergerät oder Regelelektronik nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Erfassung des Amplituden-Wertes des ersten Primärstrompulses zur Einstellung der Primärstrom-Abschaltswelle (18) die Übermittlung des Vorgabewertes der Sekundärstrom-Abschaltswelle (17) über die Dauer der Zeitspanne (16) erfolgt.
 10. Steuergerät oder Regelelektronik nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Amplitude des ersten Primärstrompulses die Übermittlung einer Kombination aus Sekundärstrom-Abschaltswelle (17) und Primärstrom-Abschaltswelle (18) erfolgt.
 11. Steuergerät oder Regelelektronik nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuergerät in Abhängigkeit des Betriebszustandes der Verbrennungskraftmaschine die Dauer der Zeitspanne (16) einstellt, wobei zum Ende der Zeitspanne (16) eine Messung und Speicherung des anstehenden Sekundärstromwertes erfolgt, der als Vorgabewert der zugehörigen Folgestromschwelle, insbesondere Sekundärstromschwellen, dient.
 12. Steuergerät oder Regelelektronik nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übermittlung des Vorgabewertes und/oder des weiteren Vorgabewertes anhand eines Stromschwellenwerts beinhaltenden Protokolls oder anhand eines die Stromschwellenwerte beinhaltenden Wertesignals, insbesondere pulsweitenmoduliertes Wertesignal, über die Dauer des zweiten Ansteuersignals (15) erfolgt.
 13. Verfahren zur Regelung eines Mehrfachfunkenbetriebs einer Verbrennungskraftmaschine, bei dem ein Zündtransformator zur Abgabe oder Unterbrechung eines Zündfunkenstroms anhand zumindest einer Stromschwelle abgeschaltet oder wieder eingeschaltet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Übermittlung des Vorgabewertes für eine Folgestromschwelle von einem Steuergerät an eine Regelelektronik des Zündtransformators anhand einer Dauer einer Zeitspanne (16) zwischen einem von dem Steuergerät ausgegebenen ersten Ansteuersignal (14) und einem von dem Steuergerät ausgege-

benen zweiten Ansteuersignal (15) erfolgt.

Claims

1. Control device for controlling a multiple spark operation of an internal combustion engine, in which an ignition transformer can be switched off or on again in order to output or interrupt an ignition spark current on the basis of at least one programmable current threshold, **characterized in that** the predefined value for a follow current threshold is transferred from the control device to an electronic closed-loop control system of the ignition transformer on the basis of a duration of a time period (16) between the first actuation signal (14) which is output by the control device and a second actuation signal (15) which is output by the control device.
2. Electronic closed-loop control system of an ignition transformer for controlling a multiple spark operation of an internal combustion engine, in which an ignition transformer can be switched off or on again in order to output or interrupt an ignition spark current on the basis of at least one programmable current threshold, **characterized in that** the predefined value for a follow current threshold is transferred from the control device to an electronic closed-loop control system of the ignition transformer on the basis of a duration of a time period (16) between the first actuation signal (14) which is output by the control device and a second actuation signal (15) which is output by the control device.
3. Control device or electronic closed-loop control system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the outputting or interruption of the ignition spark current is carried out as a function of a comparison of a follow current threshold and a measurable transformer current, in particular primary current and/or secondary current.
4. Control device or electronic closed-loop control system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the transfer of the predefined value takes place in combination with a further predefined value, based on an additional current threshold, of an associated follow current threshold, in particular primary current switch-off threshold (18), on the basis of the duration of the time period (16).
5. Control device or electronic closed-loop control system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the transfer of the predefined value takes place in conjunction with a current threshold difference value over the duration of the time period (16).
6. Control device or electronic closed-loop control system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** a bidirectional interface is provided between the control device and the ignition transformer, in particular for transferring a spark duration.
7. Control device or electronic closed-loop control system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the transfer of the predefined value and/or of the further predefined value takes place on the basis of a log containing current threshold values, over the duration of the time period (16).
8. Control device or electronic closed-loop control system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** an amplitude value of a first primary current pulse is acquired in order to set the at least one current threshold, in particular primary current switch-off threshold (18).
9. Control device or electronic closed-loop control system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the transfer of the predefined value of the secondary current switch-off threshold (17) takes place over the duration of the time period (16) during the acquisition of the amplitude value of the first primary current pulse in order to set the primary current switch-off threshold (18).
10. Control device or electronic closed-loop control system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the transfer of a combination of the secondary current switch-off threshold (17) and primary current switch-off threshold (18) takes place with the amplitude of the first primary current pulse.
11. Control device or electronic closed-loop control system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the control device sets the duration of the time period (16) as a function of the operating state of the internal combustion engine, wherein at the end of the time period (16) the secondary current value which is present is measured and stored, said secondary current value serving as a predefined value of the associated follow current threshold, in particular secondary current thresholds.
12. Control device or electronic closed-loop control system according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the transfer of the predefined value and/or of the further predefined value takes place on the basis of a log containing current threshold values or on the basis of a value signal, in particular pulse-width-modulated value signal, containing current threshold values, over the duration of the second actuation signal (15).
13. Method for controlling a multiple spark operation of an internal combustion engine, in which multiple

spark operation an ignition transformer for outputting or interrupting an ignition spark current is switched off or on again on the basis of at least one current threshold, **characterized in that** the predefined value for a follow current threshold is transferred from the control device to an electronic closed-loop control system of the ignition transformer on the basis of a duration of a time period (16) between the first actuation signal (14) which is output by the control device and a second actuation signal (15) which is output by the control device.

Revendications

1. Dispositif de commande pour commander une opération d'allumage multiple d'un moteur à combustion interne, dans lequel un transformateur d'allumage peut être désactivé ou réactivé pour délivrer ou interrompre un courant d'allumage sur la base d'au moins un seuil de courant programmable, **caractérisé en ce qu'**une transmission de la valeur de consigne d'un seuil de courant séquentiel à une électronique de commande du transformateur d'allumage est effectuée par le dispositif de commande sur la base de la durée d'un intervalle de temps (16) entre un premier signal de commande (14) délivré par le dispositif de commande et un second signal de commande (15) délivré par le dispositif de commande.
2. Électronique de commande d'un transformateur d'allumage pour commander une opération d'allumage multiple d'un moteur à combustion interne, dans laquelle un transformateur d'allumage peut être désactivé ou réactivé pour délivrer ou interrompre un courant d'allumage sur la base d'au moins un seuil de courant programmable, **caractérisée en ce qu'**une transmission de la valeur de consigne d'un seuil de courant séquentiel à l'électronique de commande du transformateur d'allumage est effectuée par un dispositif de commande sur la base de la durée d'un intervalle de temps (16) entre un premier signal de commande (14) délivré par le dispositif de commande et un second signal de commande (15) délivré par le dispositif de commande.
3. Dispositif de commande ou électronique de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'application ou l'interruption du courant d'allumage est effectuée en fonction d'une comparaison du seuil de courant séquentiel mesurable à un courant de transformateur, en particulier le courant primaire et/ou secondaire.
4. Dispositif de commande ou électronique de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la transmission de la valeur de consigne est effectuée en combinaison avec une autre valeur

de consigne basée sur un autre seuil de courant d'un seuil courant séquentiel associé, en particulier d'un seuil de désactivation de courant primaire (18), sur la base de la durée de l'intervalle de temps (16).

5. Dispositif de commande ou électronique de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la transmission de la valeur de consigne est effectuée en liaison avec une valeur de différence de seuil de courant pendant la durée de l'intervalle de temps (16).
6. Dispositif de commande ou électronique de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une interface bidirectionnelle entre le dispositif de commande et le transformateur d'allumage, en particulier pour la transmission d'une durée de combustion par allumage.
7. Dispositif de commande ou électronique de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la transmission de la valeur de consigne et/ou de l'autre valeur de consigne est effectuée sur la base d'un protocole contenant des valeurs de seuil de courant pendant la durée de l'intervalle de temps (16).
8. Dispositif de commande ou électronique de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une détection d'une valeur d'amplitude d'une première impulsion de courant primaire est effectuée pour régler ledit au moins un seuil de courant, en particulier le seuil de désactivation de courant primaire (18).
9. Dispositif de commande ou électronique de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, pendant la détection de la valeur d'amplitude de la première impulsion de courant primaire pour régler le seuil de désactivation de courant primaire (18), la transmission de la valeur de consigne du seuil de désactivation de courant secondaire (17) est effectuée pendant la durée de l'intervalle de temps (16).
10. Dispositif de commande ou électronique de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'amplitude de la première impulsion de courant primaire est utilisée pour transmettre une combinaison du seuil de désactivation de courant secondaire (17) et du seuil de désactivation de courant primaire (18).
11. Dispositif de commande ou électronique de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande règle la durée de l'intervalle de temps (16) en fonction de l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne,

dans lequel, à la fin de l'intervalle de temps (16), on effectue une mesure et un stockage de la valeur actuelle du courant secondaire qui sert de valeur de consigne du seuil de courant séquentiel associé, en particulier des seuils de courant secondaire.

5

12. Dispositif de commande ou électronique de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la transmission de la valeur de consigne et/ou de l'autre valeur de consigne est effectuée au moyen d'un protocole contenant des valeurs de seuil de courant ou sur la base d'un signal de valeur contenant les valeurs de seuil de courant, en particulier d'un signal de valeur modulé en largeur d'impulsion, pendant la durée du second signal de commande (15).
- 10
- 15
13. Procédé pour commander une opération d'allumage multiple d'un moteur à combustion interne, dans lequel un transformateur d'allumage est désactivé ou réactivé pour délivrer ou interrompre un courant d'allumage sur la base d'au moins un seuil de courant, **caractérisé en ce qu'**une transmission de la valeur de consigne d'un seuil de courant séquentiel à une électronique de commande du transformateur d'allumage est effectuée par un dispositif de commande sur la base de la durée d'un intervalle de temps (16) entre un premier signal de commande (14) délivré par le dispositif de commande et un second signal de commande (15) délivré par le dispositif de commande.
- 20
- 25
- 30

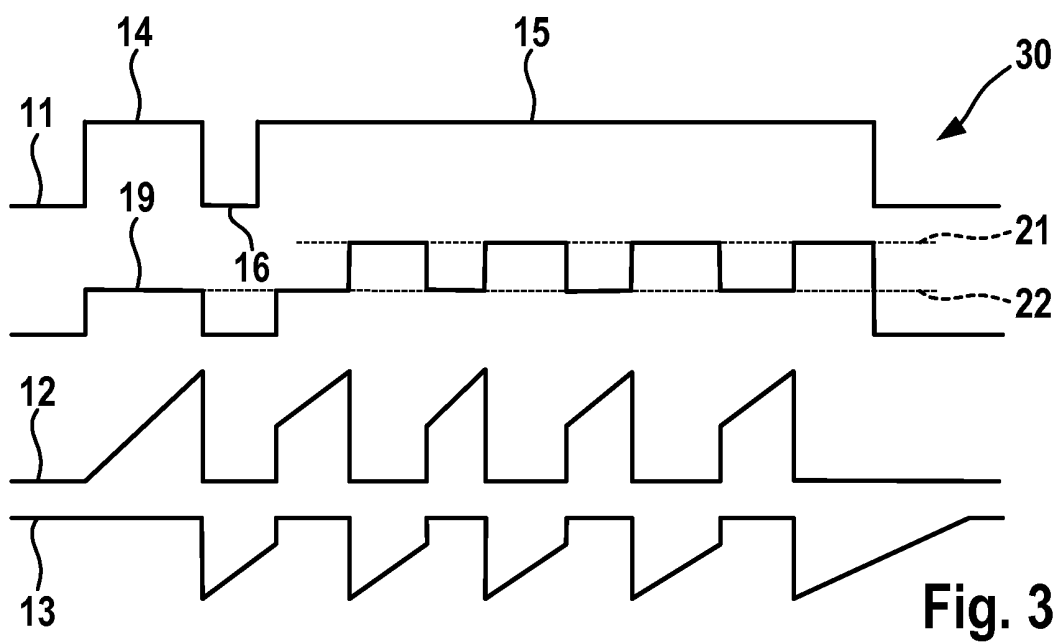
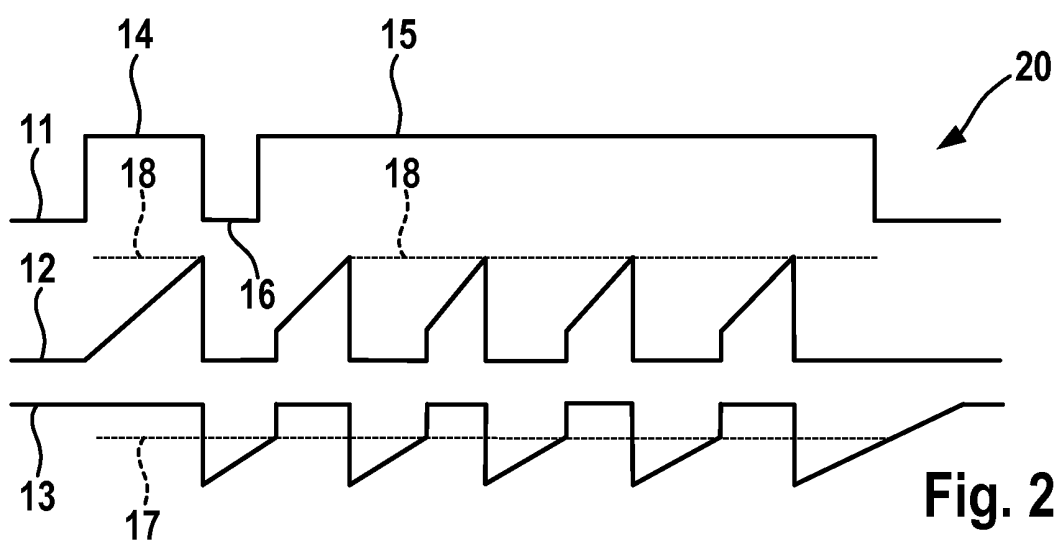
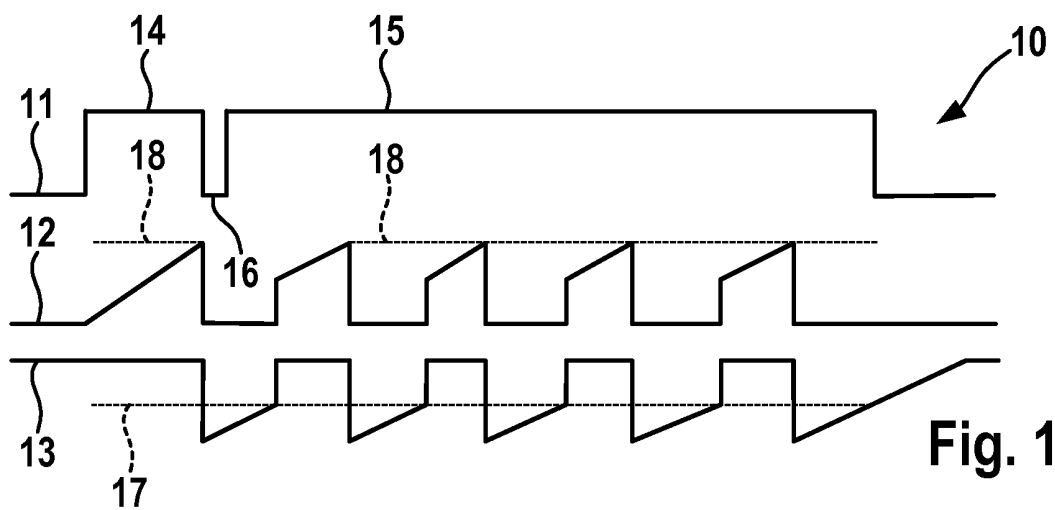
35

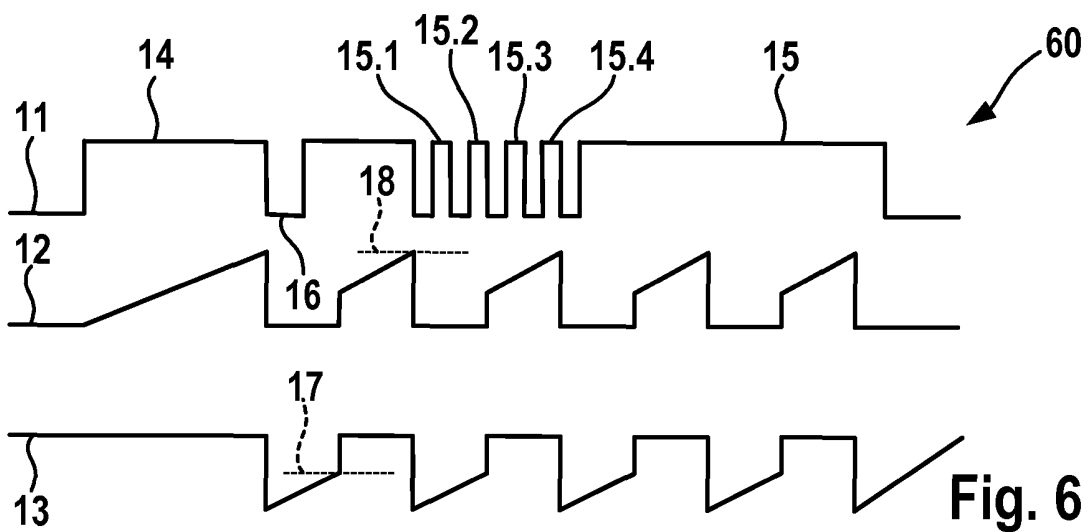
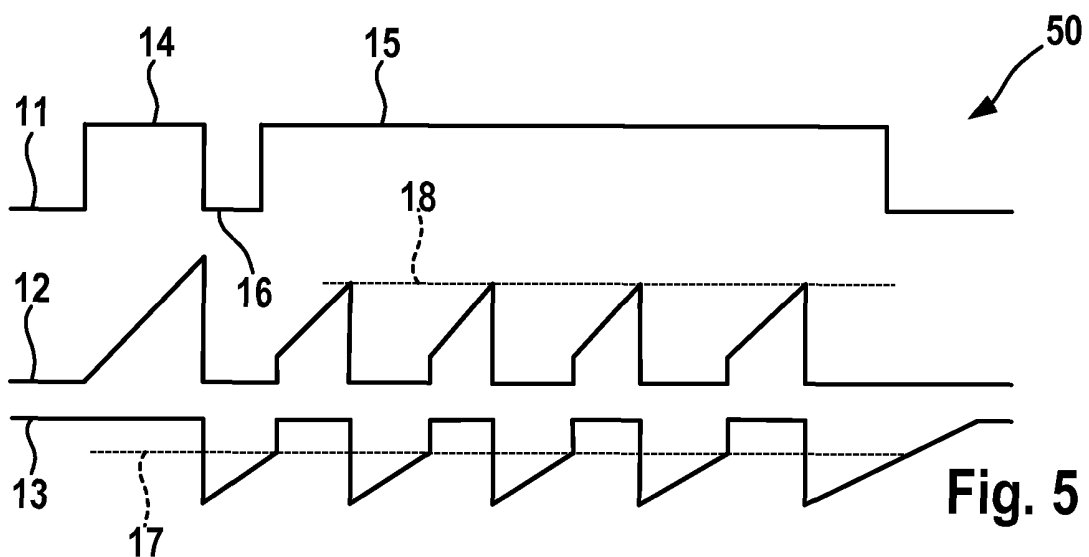
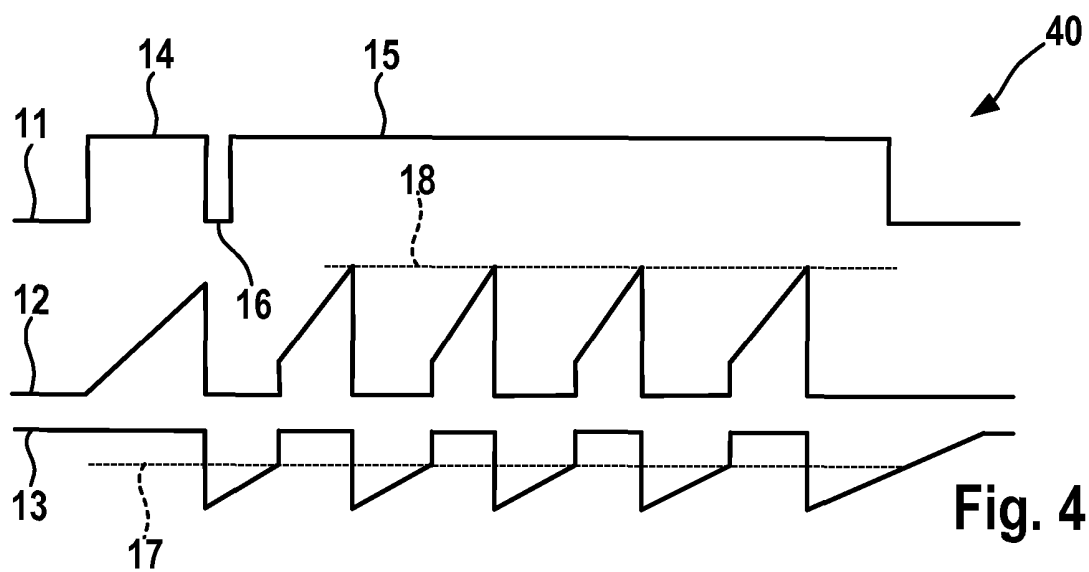
40

45

50

55





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10003109 A1 [0005]