(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. April 2011 (14.04.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/042402 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02P 5/15 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/064774

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Oktober 2010 (05.10.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 1577/2009 6. Oktober 2009 (06.10.2009) AT

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **AVL LIST GMBH** [AT/AT]; Hans-List-Platz 1, A-8020 Graz (AT).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **OGRIS, Martin** [AT/AT]; Krottendorferstrasse 9e/37, A-8052 Graz (AT). **VIDMAR, Khai** [AT/AT]; Buchberg 60, A-8222 St. Johann (AT). **HIRSCH, Alois** [AT/AT]; Ragnitzstrasse 128, A-8047 Graz (AT). **BANDEL, Wolfgang** [AT/AT]; Rechbauerstrasse 3, A-8010 Graz (AT).

(74) Anwalt: **BABELUK, Michael**; Mariahilfer Gürtel 39/17, A-1150 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A SPARK-IGNITED COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER FREMDGEZÜNDETEN BRENNKRAFTMASCHINE

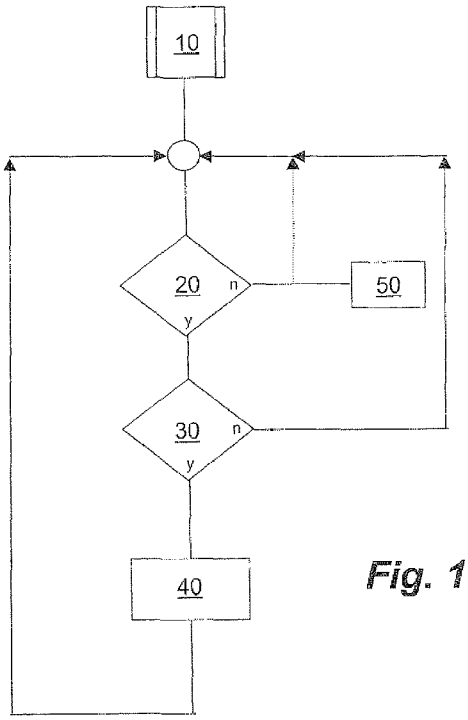

Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a spark-ignited combustion engine, wherein the ignition point of at least one igniting device is advanced in at least one engine operating area in order to raise the combustion chamber temperature. The aim of the invention is the clear reduction of the number of particles and/or the particle mass in the emissions of a spark-ignited vehicle during the warm-up phase. This is achieved in that the ignition point is advanced during at least one catalyst-heating operation.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine, wobei in zumindest einem Motorbetriebsbereich zur Erhöhung der Brennraumtemperatur der Zündzeitpunkt zumindest einer Zündeinrichtung vorverstellt wird. Um die Partikelanzahl und/oder Partikelmasse in den Emissionen eines fremdgezündeten Fahrzeuges während der Warmlaufphase deutlich zu verringern, ist vorgesehen, dass die Vorverstellung des Zündzeitpunktes während zumindest eines Katalysatorheizbetriebes durchgeführt wird.

WO 2011/042402 A2

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine, wobei in zumindest einem Motorbetriebsbereich zur Erhöhung der Brennraumtemperatur der Zündzeitpunkt zumindest einer Zündeinrichtung vorverstellt wird.

Emissionsgrenzwerte, insbesondere für leichte Straßenkraftfahrzeuge, werden durch gesetzliche Auflagen, zum Beispiel durch die Euro-6-Norm, sehr streng festgelegt, vorallem hinsichtlich der Partikel- und Stickoxidemissionen. Diese Auflagen zielen unter anderem darauf ab, die Partikelanzahl in den Fahrzeugemissionen deutlich zu reduzieren.

Der Katalysatorheizbetrieb dient dazu, den Katalysator möglichst rasch auf die Anspringtemperatur (Light-Off-Temperatur) zu bringen. Es sind verschiedene Verfahren zur Aufheizung des Katalysators bekannt. Die DE 101 14 050 A1 beschreibt zum Beispiel motorische Maßnahmen zum Aufheizen eines Katalysators, wobei die motorischen Maßnahmen aus einer Mehrfacheinspritzung und/oder einer Zündwinkelspätverstellung bestehen. Gerade in dieser Motorwarmlaufphase ist die Verbrennung aber sehr sensibel für die Partikelentstehung, sowohl im Hinblick auf die Partikelmasse, als auch auf die Partikelanzahl. Im speziellen vervielfacht sich die Partikelmasse und die Partikelanzahl bei dynamischen Vorgängen.

Es ist bekannt, durch Vorverstellen des Zündzeitpunktes die Brennraumtemperatur zu erhöhen, um Ablagerungen im Brennraum zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren.

So beschreibt die WO 2006/105562 A1 ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit zumindest einer Zündeinrichtung, wobei zumindest in einem Betriebsbereich ein Russabbrand durch Erhöhen des thermischen Energieeintrages durchgeführt wird, wobei der Zündzeitpunkt der Zündeinrichtung unmittelbar nach dem Anlassen nach früh verstellt wird. Diese Maßnahme erfolgt völlig unabhängig vom Katalysatoraufheizbetrieb und unabhängig davon, ob ein dynamischer oder stationärer Betrieb vorliegt und zielt nur darauf ab, die Ablagerungen innerhalb des Brennraumes, insbesondere an den Brennraumwänden und der Zündeinrichtung, zu beseitigen. Aufgabe der Erfindung ist es, die Partikelanzahl und/oder Partikelmasse in den Emissionen eines fremdgezündeten Fahrzeuges während der Warmlaufphase deutlich zu verringern.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Vorverstellung des Zündzeitpunktes während zumindest eines Katalysatorheizbetriebes durchgeführt wird. Die Vorverstellung der Zündung kann auch mehrmals im Katalysatorbetrieb erfolgen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Vorverstellung des Zündzeitpunktes unmittelbar vor zumindest einem dynamischen Betrieb der Brennkraftmaschine durchgeführt wird.

Dabei wird über eine Steuereinheit ständig oder in definierten Zeitintervallen geprüft, ob ein Katalysatorheizbetrieb vorliegt. Wenn festgestellt wird, dass die Brennkraftmaschine in einem Katalysatorheizbetrieb betrieben wird, wird in einem weiteren Verfahrensschritt geprüft, ob ein dynamischer Betrieb unmittelbar bevorsteht. Die beiden Prüfungsschritte können auch zeitlich vertauscht oder gleichzeitig erfolgen. Der unmittelbar bevorstehende dynamische Betriebsfall kann beispielsweise aufgrund einer einen dynamischen Betrieb auslösenden Handlung des Fahrers, wie z.B. Kupplungsbetätigung, Gangbetätigung oder Gaspedalbetätigung, oder durch vorrauschauende, auf einem Fahrleitsystem oder Navigationssystem basierende Fahrtroutenerkennung festgestellt werden.

Durch die Vorverstellung der Zündung kommt es zu einem Ansteigen der Brennraumtemperatur. Es konnte festgestellt werden, dass durch das Ansteigen der Brennraumtemperatur durch Vorverstellen der Zündung der Zündeinrichtung die Partikelanzahl und die Partikelmasse in den Emissionen wesentlich reduziert werden kann. Diese Reduktion der Partikelemissionen ist darauf zurück zu führen, dass die höhere Brennraumtemperatur die Gemischbildung begünstigt, wodurch es zu einer deutlichen Reduzierung der Partikelmasse und der Partikelanzahl kommt. Des weiteren werden dynamische Vorgänge in der Motorwarmlaufphase vermindert, welche ebenfalls einen Einfluss auf die Partikelentstehung ausüben.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das erfindungsgemäße Verfahren in einem schematischen Ablauf; und

Fig. 2 einen Vergleich der Partikelemissionen mit und ohne dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Die Fig. 1 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren in einem Flussdiagramm. Nach einem Motorkaltstart 10 wird im Schritt 20 geprüft, ob ein Katalysatorheizbetrieb vorliegt, bzw. ob die Katalysatortemperatur unterhalb der Anspringtemperatur liegt. Wenn dies der Fall ist, wird in einem weiteren Prüfungsschritt 30 untersucht, ob ein dynamischer Betriebsfall unmittelbar bevorsteht. Für den Fall, dass

kein Katalysatorheizbetrieb vorliegt bzw. dass die Anspringtemperatur des Katalysators erreicht wurde, kann das Verfahren beendet (Schritt 50) und erst beim nächsten Motorstart erneut gestartet werden. Alternativ dazu kann die Abfrage 20 auch in einer durch die punktierte Linie angedeuteten Schleife kontinuierlich oder in definierten Zeitabständen fortgesetzt werden.

Wenn erkannt wird, dass ein solcher dynamischer Betriebsfall unmittelbar bevorsteht, wird in Schritt 40 die Zündung für die Zündeinrichtungen der einzelnen Zylinder mindestens um 5°, vorzugsweise um mindestens 10° (bezogen auf den Katalysatorheizbetrieb) vorgestellt, und zwar solange, bis entweder der dynamische Betrieb beendet ist oder bis die Anspringtemperatur des Katalysators erreicht ist. Wenn mehrere dynamische Betriebe im Katalysatorheizbetrieb erkannt werden, kann die Zündung mehrmals über einen Zeitintervall Richtung früh verstellt werden.

In Fig. 2 sind im mittleren und unteren Bereich die aktuelle Partikelmasse PM, die aktuelle Partikelanzahl PN, die kumulative Partikelmasse PM_C und die kumulative Partikelanzahl PN_C für einen dynamischen Betriebsbereich innerhalb eines NEDC-Fahrzyklus (New European Driving Cycle) über der Zeit t aufgetragen. Weiters sind im oberen Abschnitt des Diagramms die Geschwindigkeit v des Fahrzeugs sowie der Zündzeitpunkt t_i über der Zeit t aufgetragen. Die Kurven 1 bezeichnen dabei jeweils den Fall ohne Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens und die Kurven 2 mit dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Deutlich ist zu entnehmen, dass sowohl die aktuellen, als auch die kumulativen Werte für die Partikelmasse PM, PM_C und für die Anzahl der Partikel PN, PN_C bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens (Kurven 2) deutlich besser sind als die Werte welche sich ohne Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens (Kurven 1) ergeben. Durch Vorverstellen der Zündung der Zündeinrichtung kann somit sowohl die Partikelanzahl PM, als auch die Partikelmasse PN in den Emissionen wesentlich reduziert werden. Diese Reduktion der Partikelemissionen ist darauf zurück zu führen, dass die höhere Brennraumtemperatur zufolge der Vorverstellung des Zündzeitpunktes die Gemischbildung begünstigt, wodurch es zu einer deutlichen Reduzierung der Partikelmasse und der Partikelanzahl kommt. Des weiteren werden dynamische Vorgänge in der Motorwarmlaufphase vermindert, welche ebenfalls einen Einfluss auf die Partikelentstehung ausüben.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine, wobei in zumindest einem Motorbetriebsbereich zur Erhöhung der Brennraumtemperatur der Zündzeitpunkt zumindest einer Zündeinrichtung vorverstellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorverstellung des Zündzeitpunktes während zumindest eines Katalysatorheizbetriebes durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorverstellung des Zündzeitpunktes unmittelbar vor zumindest einem dynamischen Betrieb der Brennkraftmaschine durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine Steuereinrichtung ständig oder in definierten Zeitintervallen geprüft wird, ob ein Katalysatorheizbetrieb vorliegt und/oder ob die Katalysatortemperatur unterhalb der Anspringtemperatur des Katalysators liegt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine Steuereinrichtung ständig oder in definierten Zeitintervallen geprüft wird, ob unmittelbar ein dynamischer Betrieb der Brennkraftmaschine bevorsteht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein unmittelbar bevorstehender dynamischer Betrieb der Brennkraftmaschine aufgrund einer einen dynamischen Betrieb auslösenden Handlung des Fahrers festgestellt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einen dynamischen Betrieb auslösende Handlung aus einer Kupplungsbetätigung, einem Gangwechsel, einer Gaspedalbetätigung besteht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein unmittelbar bevorstehender dynamischer Betrieb der Brennkraftmaschine aufgrund eines vorrausschauenden Fahrleitsystems oder eines Navigationssystems festgestellt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorverstellung des Zündzeitpunktes mehrmals während eines Katalysatorbetriebes durchgeführt wird.

9. Steuereinrichtung zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine, wobei in zumindest einem Motorbetriebsbereich zur Erhöhung der

Brennraumtemperatur der Zündzeitpunkt zumindest einer Zündeinrichtung vorverstellbar ist, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, den Zündzeitpunktes zumindest einer Zündeinrichtung während zumindest einer Katalysatorheizbetrieb vorzustellen.

10. Steuereinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, den Zündzeitpunkt unmittelbar vor zumindest einem dynamischen Betrieb der Brennkraftmaschine vorzustellen.

11. Steuereinrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, ständig oder in definierten Zeitintervallen zu ermitteln, ob ein Katalysatorheizbetrieb vorliegt und/oder ob die Katalysatortemperatur unterhalb der Anspringtemperatur des Katalysators liegt.

12. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, ständig oder in definierten Zeitintervallen zu ermitteln, ob unmittelbar ein dynamischer Betrieb der Brennkraftmaschine bevorsteht.

13. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, einen unmittelbar bevorstehenden dynamischen Betrieb der Brennkraftmaschine aufgrund einer Lastanforderung des Fahrers festzustellen ist.

14. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, einen unmittelbar bevorstehenden dynamischen Betrieb der Brennkraftmaschine aufgrund eines vorrausschauenden Fahrleitsystems oder eines Navigationssystems festzustellen.

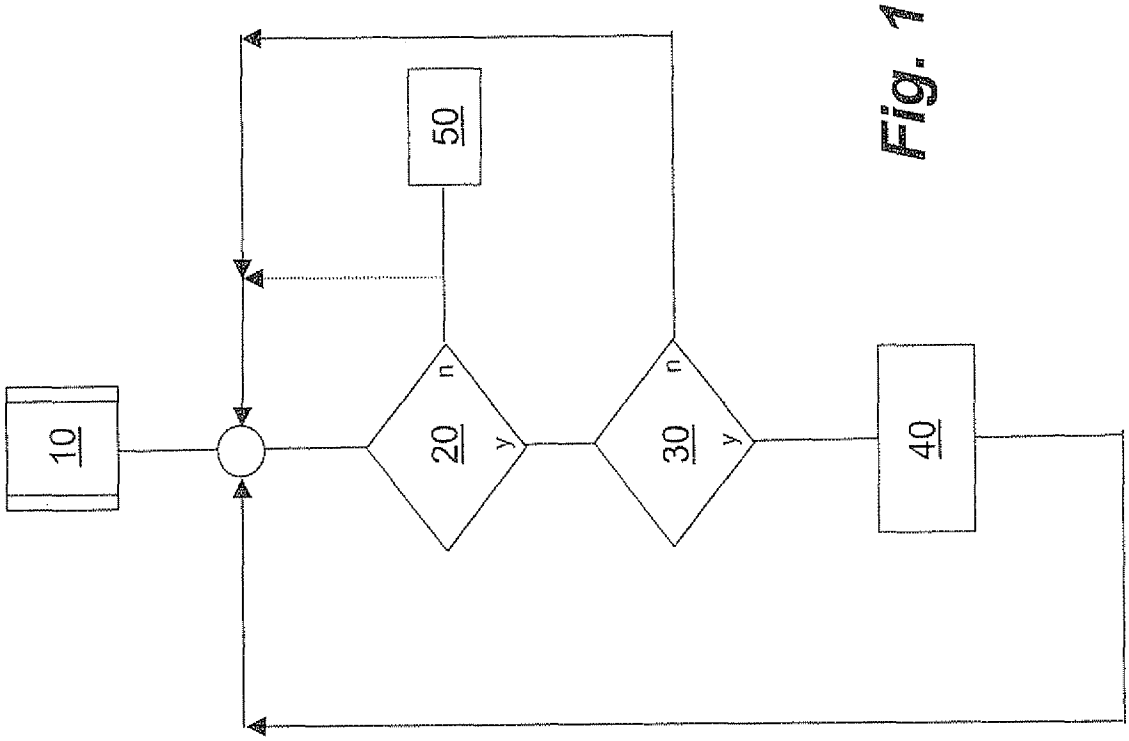

Fig. 1

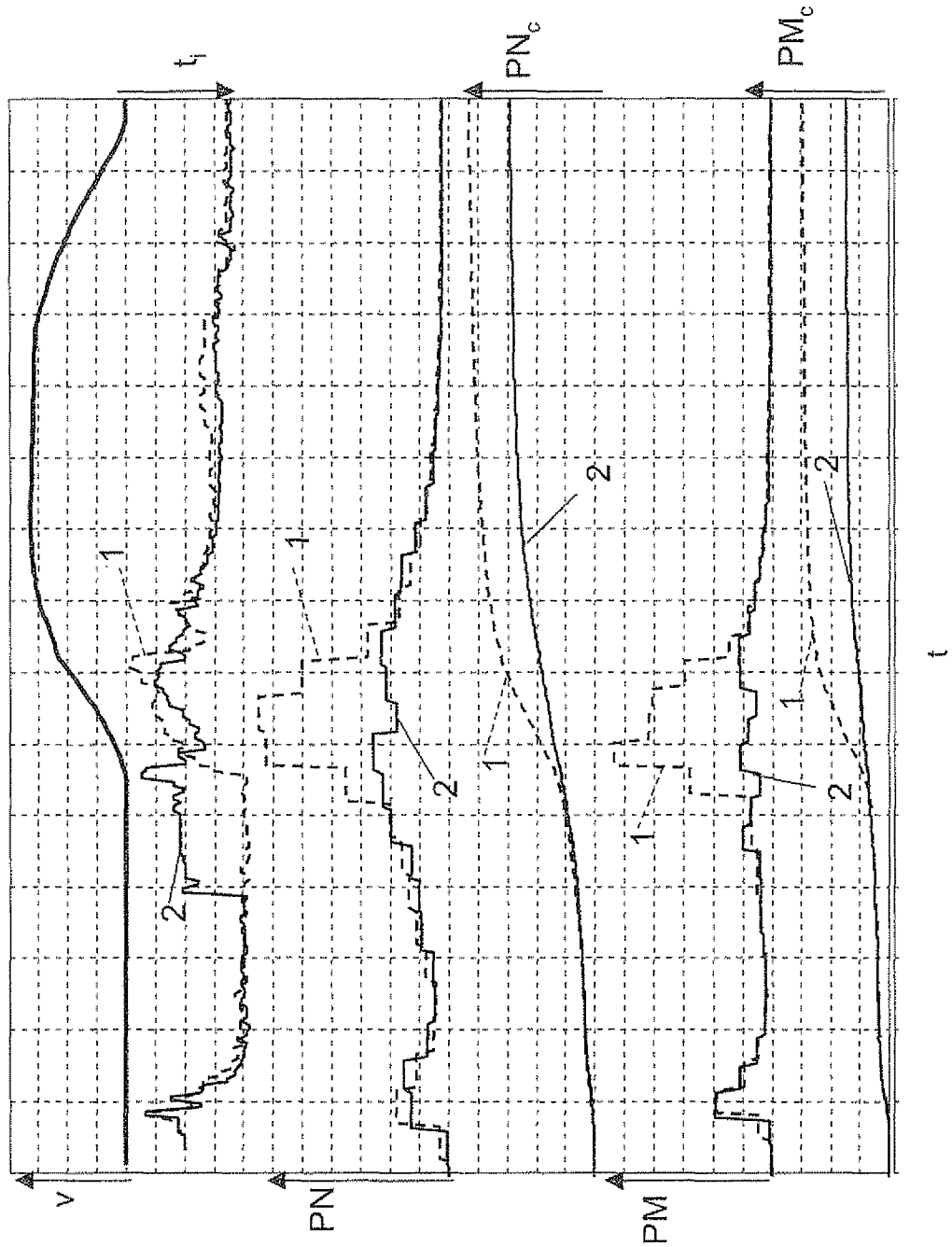

Fig. 2