



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 048 358 A1** 2008.04.17

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 048 358.8**

(22) Anmeldetag: **12.10.2006**

(43) Offenlegungstag: **17.04.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60W 20/00** (2006.01)

**B60W 10/02** (2006.01)

**B60W 10/06** (2006.01)

**B60W 10/08** (2006.01)

**F16D 48/08** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

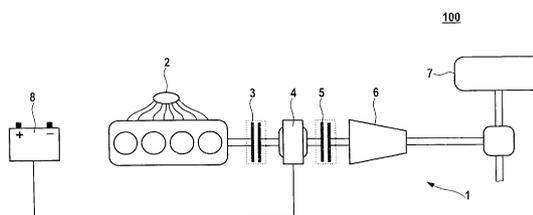
(72) Erfinder:  
**Schenk, Rene, 71732 Tamm, DE; Kaefer, Oliver,  
71711 Murr, DE; Juenemann, Thorsten, 71069  
Sindelfingen, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren für die Steuerung eines Hybridantriebs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die Steuerung eines mindestens einen Verbrennungsmotor 2 und mindestens eine elektrische Maschine 4 umfassenden Hybridantriebs 1 eines Fahrzeugs 100, mit einer ersten, zwischen der elektrischen Maschine 4 und dem Antriebsstrang 6 des Fahrzeugs 100 angeordneten Kupplung und einer zweiten, zwischen der elektrischen Maschine 4 und dem Verbrennungsmotor 2 angeordneten Kupplung 3. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass

- für einen Start des Verbrennungsmotors 2 durch die in Betrieb befindliche elektrische Maschine 4 die zweite Kupplung 3 mit einem vorgebbaren Kupplungsmoment beaufschlagt wird,
- dass die Drehzahl  $N_V$  des Verbrennungsmotors 2 überwacht wird
- und dass das Kupplungsmoment auf einen höheren Wert inkrementiert wird, falls die Drehzahl  $N_V$  des Verbrennungsmotors 2 innerhalb eines vorgebbaren Zeitintervalls unterhalb eines vorgebbaren Schwellwerts liegt.



**Beschreibung**

## Offenbarung der Erfindung

## Stand der Technik

## Technische Aufgabe

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die Steuerung eines Hybridantriebs eines Fahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Der gattungsgemäße Hybridantrieb umfasst mindestens einen Verbrennungsmotor, mindestens eine elektrische Maschine und mindestens je eine Kupplung zwischen der Verbrennungsmotor und der elektrischen Maschine, sowie zwischen der elektrischen Maschine und dem anschließenden Antriebsstrang des Fahrzeugs. Im Rahmen der Weiterentwicklung bestehender Antriebskonzepte im Automobilbereich hinsichtlich der Verbrauchsoptimierung, der Emissionsreduktion und der Verbesserung des subjektiven Fahrempfindens gewinnen Hybridantriebe zunehmend an Bedeutung. Diese besitzen neben dem Verbrennungsmotor noch mindestens eine weitere Antriebsquelle, welche nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben wird. Durch eine geeignete Betriebsstrategie können die Vorteile der unterschiedlichen Antriebsquellen optimal ausgenutzt und Nachteile ausgeglichen werden. Die Kombination eines Verbrennungsmotors mit elektrischen Maschinen als alternative Antriebsquellen ist dabei die dominante Variante innerhalb des Automobilsektors. Eine Reihe von unterschiedlichen Hybrid-Fahrzeugen ist als Serien- oder seriennahe Konstruktion bereits ausgeführt. Allen ist gemeinsam, dass sie gegenüber konventionell verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugen weniger Kraftstoff verbrauchen. Die Verbrauchseinsparung ist auf die hybridspezifischen Möglichkeiten der Rekuperation von Energie beim Bremsen sowie auf die Realisierung von Start-Stopp-Funktionen zurückzuführen. Beim Hybridantrieb unterscheidet man zwischen Parallel-, Seriell- und Split-Hybrid. Allen gemeinsam ist die Verwendung zweier Energiespeicher, einer Batterie und einem Kraftstofftank. Als Alternative zur Batterie sind auch Kondensatoren als Energiespeicher denkbar. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal bei Hybridantrieben ist die Leistungsfähigkeit der elektrischen Maschinen. Man trennt dabei zwischen Mild- und Full-Hybrid-Varianten, wobei unter einem so genannten Full-Hybrid ein Fahrzeug zu verstehen ist, das zumindest teilweise in der Lage ist, mit rein elektrischem Antrieb zu fahren. So genannte leistungsverzweigende Hybridantriebe bleiben für die vorliegende Erfindung außer Betracht, da dort der Startvorgang anders abläuft und sich daher das der Erfindung zugrunde liegende Problem nicht stellt. Weiter bekannt sind so genannte Startergeneratoren. Da bei diesen jedoch die elektrische Maschine fest mit der Kurbelwelle des Fahrzeugs verbunden ist, stellt sich das Problem der Synchronisation im Betrieb nicht.

**[0002]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Kupplungsvorgang bei einem Fahrzeug mit als Parallelhybrid ausgestaltetem Hybridantrieb zu verbessern.

## Technische Lösung

**[0003]** Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

## Vorteilhafte Wirkungen

**[0004]** Die Erfindung ermöglicht eine Verbesserung des Kupplungsvorgangs bei einem Fahrzeug, das mit einem als Parallelhybrid ausgestalteten Hybridantrieb ausgestattet ist. Dabei ist zwischen dem Verbrennungsmotor und einer elektrischen Maschine eine als Proportionalkupplung ausgebildete zusätzliche Kupplung vorgesehen. Eine derartige Konfiguration erlaubt den Antrieb des Fahrzeugs mit der elektrischen Maschine im geöffneten Zustand dieser zusätzlichen Kupplung. Das Problem dabei ist, dass bei höherem Leistungsbedarf oder abnehmendem Ladezustand der Batterie der Verbrennungsmotor gestartet werden muss, ohne Störungen in dem Antriebsstrang hervorzurufen. Das Starten des Verbrennungsmotors wird durch Schließen dieser zusätzlichen Kupplung erreicht. Dabei muss diese Kupplung jedoch so gesteuert werden, dass einerseits das Drehmoment ausreicht, um den Verbrennungsmotor auf eine für einen erfolgreichen Start erforderliche Drehzahl zu bringen. Andererseits soll das für die Beschleunigung des Verbrennungsmotors verwendete Drehmoment möglichst niedrig sein, da es von der elektrischen Maschine zusätzlich aufgebracht und als Reserve vorgehalten werden muss. Die Erfindung ermöglicht eine Optimierung dieses Kupplungsvorgangs, obwohl der genannte Kupplungstyp infolge Exemplarstreuungen, Temperatur- und Alterungseinflüssen eine große Toleranz aufweist. Weiterhin können auch von der Temperatur und Alterung abhängige Drehmomentänderungen des Verbrennungsmotors berücksichtigt werden.

**[0005]** Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung, der Zeichnung und den Unteransprüchen.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0006]** Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

**[0007]** **Fig. 1** in schematischer Darstellung ein Fahrzeug mit Hybridantrieb;

[0008] [Fig. 2](#) in einem Diagramm Drehzahl und Schlupfmoment als Funktion der Zeit;

[0009] [Fig. 3](#) in einem Diagramm Drehzahl und Schlupfmoment als Funktion der Zeit;

[0010] [Fig. 4](#) in einem Diagramm Drehzahl und Schlupfmoment als Funktion der Zeit;

[0011] [Fig. 5](#) in einem Diagramm Drehzahl und Schlupfmoment als Funktion der Zeit;

[0012] [Fig. 6](#) in einem Diagramm Drehzahl und Schlupfmoment als Funktion der Zeit;

[0013] [Fig. 7](#) in einem Diagramm Drehzahl und Schlupfmoment als Funktion der Zeit;

[0014] [Fig. 8](#) ein Kennfeld.

#### Ausführungsformen der Erfindung

[0015] Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. [Fig. 1](#) zeigt, in einer schematischen Darstellung, ein Fahrzeug **100** mit einem Hybridantrieb **1**. Der Hybridantrieb **1** umfasst einen herkömmlichen Verbrennungsmotor **2** und eine elektrische Maschine **4**. Zwischen der elektrischen Maschine **4** und dem schematisch dargestellten, mit Bezugsziffer **6** bezeichneten Antriebsstrang, ist eine erste Kupplung **5** angeordnet. Zwischen dem Verbrennungsmotor **2** und der elektrischen Maschine **4** ist eine zweite Kupplung **3** angeordnet. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um eine Proportionalkupplung. Das Fahrwerk des Fahrzeugs **100** ist durch ein Rad **7** und einen Teil einer Achse mit Differential angedeutet. Mit Bezugsziffer **8** ist eine Batterie bezeichnet, die die elektrische Maschine **4** mit Energie versorgt. Weitere Komponenten des Bordnetzes sind in [Fig. 1](#) nicht dargestellt. Der in [Fig. 1](#) dargestellte Hybridantrieb **1** ermöglicht einen rein elektrischen Antrieb des Fahrzeugs **100** mit der elektrischen Maschine **4**. Dabei ist die zwischen dem Verbrennungsmotor **2** und der elektrischen Maschine **4** angeordnete zweite Kupplung **3** geöffnet. Wenn nun aber der Ladezustand der Batterie **8** zu stark absinkt oder aber ein höherer Leistungsbedarf erforderlich ist, muss der Verbrennungsmotor **2** gestartet werden. Dies wird durch ein Schließen der zweiten Kupplung **3** ermöglicht. Dies sollte jedoch möglichst keine Störungen in dem Antriebsstrang **6** des Fahrzeugs **100** verursachen. Dazu wird die Kupplung **3** auf ein definiertes Schlupfmoment gesteuert. Mit diesem Schlupfmoment wird der Verbrennungsmotor **2** beschleunigt, bis er die gleiche Drehzahl wie die elektrische Maschine **4** erreicht hat. Dann wird die Kupplung **3** vollständig geschlossen und der Verbrennungsmotor **2** kann ein Drehmoment auf den Antriebsstrang **6** des Fahrzeugs **1** übertragen. Das zusätzliche Moment während der Schlupfphase,

im Folgenden auch Schlupfmoment genannt, muss durch die elektrische Maschine **4** bereitgestellt werden. Die Kupplung **3** muss dabei so gesteuert werden, dass einerseits das durch sie auf den Verbrennungsmotor **2** übertragene Drehmoment ausreicht, um den Verbrennungsmotor **2** auf die für einen erfolgreichen Start erforderliche Drehzahl zu bringen. Andererseits soll das für die Beschleunigung des Verbrennungsmotors **2** erforderliche Drehmoment möglichst niedrig sein, da es von der elektrischen Maschine **4** zusätzlich aufgebracht und daher als Reserve vorgehalten werden muss.

[0016] Problematisch für die richtige Einstellung des Schlupfmoments ist, dass die verwendete Kupplungsart eine vergleichsweise große Toleranz hat. Dafür sind sowohl Exemplarstreuungen als auch Temperatur- und Alterungseinflüsse verantwortlich. Beispielsweise kann sich der Reibwert mit zunehmendem Alter der Kupplung **3** verändern.

[0017] Üblicherweise erfolgt eine Vorgabe des Schlupfmoments nur über die Anpresskraft, da eine präzise Messung des Schlupfmoments und dessen Steuerung in Abhängigkeit von der Messung in der Praxis viel zu aufwändig wäre. Zusätzlich kann sich auch noch das für den erfolgreichen Start des Verbrennungsmotors **2** erforderliche Drehmoment in Abhängigkeit von Temperatur und Lebensdauer ändern.

[0018] Der nachteilige Effekt eines zu niedrigen Schlupfmoments wird im Folgenden unter Bezug auf die in [Fig. 2](#) dargestellten Diagramme erläutert. Das in dem oberen Teil der [Fig. 2](#) dargestellte Diagramm zeigt das Kupplungsmoment MK als Funktion der Zeit t. Die Kurve K3 repräsentiert dabei das Kupplungsmoment der Kupplung **3** in [Fig. 1](#). Das in dem unteren Teil der [Fig. 2](#) dargestellte Diagramm zeigt die Drehzahlen NE, NV als Funktion der Zeit t. Mit NE ist dabei die Drehzahl der elektrischen Maschine **4** und mit NV die Drehzahl des Verbrennungsmotors **2** bezeichnet. Dabei zeigt die Kurve K2 die Drehzahl des Verbrennungsmotors **2** und die Kurve K4 die Drehzahl der elektrischen Maschine **4** als Funktion der Zeit t. Es werde angenommen, dass das Fahrzeug **100** bis zu dem Zeitpunkt t1 ausschließlich von der elektrischen Maschine **4** angetrieben wird. Zu diesem Zeitpunkt wird festgestellt, dass eine höhere Leistung gefordert wird, die ausschließlich von der elektrischen Maschine **4** nicht mehr aufgebracht werden kann. Diese höhere Leistung soll von dem Verbrennungsmotor **2** aufgebracht werden, der deshalb gestartet werden muss. Der Start wird durch Steuerung der Kupplung **3** eingeleitet. Durch teilweises Schließen der Kupplung **3** wird ein Schlupfmoment MK1 eingestellt, das zu dem Zeitpunkt t2 anliegt. Obwohl Schlupf stattfindet und die elektrische Maschine **4** mit der Drehzahl N1 rotiert (siehe Kurve K4), zeigt die Kurve K2 dass der Verbrennungsmotor **2** in Ruhelage verharrt. Das eingestellte Schlupfmoment MK1 reicht

also nicht aus, um das Losreißmoment des Verbrennungsmotors **2** zu überwinden. Unter Losreißmoment ist dasjenige Moment zu verstehen, das benötigt wird, um den Verbrennungsmotor **2** erfolgreich zu komprimieren. Diese Situation wird von dem Steuerungssystem des Hybridantriebs **1** nach Ablauf eines vorgebbaren Zeitintervalls  $\Delta t$  zum Zeitpunkt  $t_3$  festgestellt. Beispielsweise dadurch, dass bei dem Erreichen des Schlupfmoments  $MK_1$  zum Zeitpunkt  $t_2$  ein Zeitglied mit der Zeitkonstante  $\Delta t$  gestartet wird. Zum Zeitpunkt  $t_3$  wird daher das Schlupfmoment weiter auf den Wert  $MK_3$  erhöht, mit der Folge, dass, wie die Kurve  $K_2$  zeigt, der Verbrennungsmotor **2** in Rotation versetzt wird und zu dem Zeitpunkt  $t_5$  die Drehzahl  $N_1$  der elektrischen Maschine **4** erreicht. Nun kann von einem erfolgreichen Start des Verbrennungsmotors **2** ausgegangen werden. Nachteilig sind hierbei eine Verlängerung der Startzeit, ein erhöhter Energieverbrauch für die verlängerte Schlupfphase und ein erhöhter Kupplungsverschleiß.

**[0019]** Es könnte nun versucht werden, das Kupplungsmoment  $MK$  schnell auf einen Minimalwert zu fahren, dieses dann mit einer Rampe weiter zu erhöhen, bis sich der Verbrennungsmotor **2** zu drehen beginnt und dann wieder einzufrieren. Dies wird im Folgenden anhand der in [Fig. 3](#) dargestellten Diagramme erläutert. Dabei zeigt das Diagramm in dem oberen Teil der [Fig. 3](#) wiederum das Kupplungsmoment  $MK$  als Funktion der Zeit  $t$ . Das Diagramm in dem unteren Teil der [Fig. 3](#) zeigt die Drehzahl  $N$  als Funktion der Zeit  $t$ . Dabei zeigt die Kurve  $K_2$  die Drehzahl des Verbrennungsmotors **2** und die Kurve  $K_4$  die Drehzahl der elektrischen Maschine **4**. Es werde angenommen, dass das Fahrzeug **100** bis zu dem Zeitpunkt  $t_1$  ausschließlich von der elektrischen Maschine **4** angetrieben wird. Zu diesem Zeitpunkt wird festgestellt, dass eine höhere Leistung gefordert wird, die ausschließlich von der elektrischen Maschine **4** nicht mehr aufgebracht werden kann. Diese höhere Leistung soll von dem Verbrennungsmotor **2** aufgebracht werden, der deshalb gestartet werden muss. Der Start wird durch Steuerung der Kupplung **3** eingeleitet. Durch teilweises Schließen der Kupplung **3** wird ein Schlupfmoment  $MK_1$  eingestellt, das zu dem Zeitpunkt  $t_2$  anliegt. Da sich der Verbrennungsmotor **2** immer noch nicht in Bewegung gesetzt hat, wird zum Zeitpunkt  $t_2$  das Schlupfmoment weiter erhöht. Dies kann beispielsweise entlang einer Rampe **30** erfolgen, die das Schlupfmoment linear ansteigen lässt. Zum Zeitpunkt  $t_2'$  erreicht das Schlupfmoment den Wert  $MK_2$  und der Verbrennungsmotor **2** beginnt sich zu drehen. Das Schlupfmoment  $MK_2$  wird daraufhin konstant gehalten. Doch bereits zum Zeitpunkt  $t_2''$  fällt die Drehzahl des Verbrennungsmotors **2** wieder ab und er kommt zum Zeitpunkt  $t_2^*$  wieder zum Stehen. Der Startversuch war also erfolglos. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass, in Abhängigkeit von der Abstellposition der Kurbelwelle, mit dem Verbrennungsmotor **2** zunächst ein Rotationsbeginn er-

reicht werden konnte, die Rotation aber mit zunehmender Kompression wieder zum Stillstand kam. Erst wenn, analog zu [Fig. 2](#), nach Ablauf eines durch ein Zeitglied bestimmten Zeitintervalls  $\Delta t$ , das Schlupfmoment auf den Wert  $MK_3$  angehoben wird, gelingt es, den Verbrennungsmotor **2** in Rotation zu versetzen. Zum Zeitpunkt  $t_5$  hat der Verbrennungsmotor **2** wiederum die Drehzahl  $N_1$  der elektrischen Maschine **4** erreicht. Erst jetzt ist von einem erfolgreichen Start des Verbrennungsmotors **2** auszugehen. Auch hierbei ist wiederum eine Verlängerung der Startzeit in Kauf zu nehmen. Weiterhin kann es häufiger zu einem Drehbeginn des Verbrennungsmotors **2** kommen. Dieser bleibt jedoch vor dem Erreichen seiner Kompressionsstellung wieder stehen.

**[0020]** Im Folgenden wird erläutert, auf welche Weise erfindungsgemäß das Kupplungsmoment angepasst wird, um schnellstmöglich einen zuverlässigen Start des Verbrennungsmotors zu erreichen. Hier wird zunächst der Fall betrachtet, dass der Triebstrang **6** nicht angekuppelt ist, die Kupplung **5** also getrennt ist. Bei einem Automatgetriebe würde dies der Stellung P oder N entsprechen. Da keine sonstige Belastung auf die elektrische Maschine **4** wirkt, besteht die einzige Möglichkeit, das Kupplungsmoment der Kupplung **3** mit dem Moment der elektrischen Maschine **4** abzugleichen. Dazu wird, bei stehender elektrischer Maschine **4**, zunächst die Kupplung **3** geschlossen. Anschließend werden die elektrische Maschine **4** und der Verbrennungsmotor **2** gemeinsam auf Drehzahl gebracht. Für den Abgleich wird die Kupplung **3** vor Einleitung des Startvorgangs auf einen Wert gebracht, der unterhalb des normal für den Start vorgesehenen Schlupfmoments liegt. Zum Beispiel auf 90%. Dann wird die elektrische Maschine **4** auf Drehzahl gebracht. Startet der Verbrennungsmotor **2** dabei, dann wird der Sollwert für die Zukunft verringert. Falls der Verbrennungsmotor **2** nicht startet, wird das Kupplungsmoment, beispielsweise entlang einer Rampe, erhöht, bis der Verbrennungsmotor **2** startet. Das dafür erforderliche Kupplungsmoment wird gespeichert und, ggf. um einen Sicherheitszuschlag erhöht, als neuer Sollwert des Schlupfmoments gespeichert. Gleichzeitig wird das für den Start des Verbrennungsmotors **2** benötigte Drehmoment der elektrischen Maschine **4** gespeichert. Aus dem Verhältnis von Kupplungsmoment der Kupplung **3** und dem Drehmoment der elektrischen Maschine **4** wird dann ein Korrekturfaktor ermittelt, der für die Steuerung des Drehzahlreglers verwendet wird. Um die Startzeit so kurz wie möglich zu halten, ist es zweckmäßig, mit diesem Test knapp unter dem zu erwartenden Wert des Drehmoments der Kupplung **3** zu beginnen. Dadurch kann zwar jeweils nur eine kleine Korrektur vorgenommen werden, aber man muss die Rampe nicht lange laufen lassen, um einen erfolgreichen Start des Verbrennungsmotors **2** zu erreichen.

**[0021]** Sofern der Verbrennungsmotor **2** während des Betriebs des Fahrzeugs **100** wieder gestartet werden muss, ist folgende Vorgehensweise zweckmäßig. Sobald bei der Kupplung **3** der Sollwert des Schlupfmoments erreicht ist, wird ein Zeitglied gestartet. Wird nach Ablauf der durch das Zeitglied vorgegebenen Zeitdauer immer noch keine Rotation des Verbrennungsmotors **2** erkannt, dann wird das Schlupfmoment für den nächsten Startversuch um einen vorgebbaren Betrag oder einen vorgebbaren Prozentsatz inkrementiert. Alternativ kann der tatsächliche Wert des Schlupfmoments, der zu einem erfolgreicher. Start geführt hatte, als nächster Sollwert vorgegeben werden.

**[0022]** Außerdem wird bei dieser Erkennung sofort eine weitere Erhöhung des aktuellen Sollwerts des Schlupfmoments ausgelöst. Dies kann wahlweise über eine Rampe oder einen zusätzlichen Sprung des Sollwerts geschehen. Dies wird im Folgenden unter Bezug auf [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) dargestellt. [Fig. 4](#) zeigt wiederum, in zwei Diagrammen, jeweils das Kupplungsmoment MK und die Drehzahl N als Funktion der Zeit t. Bis zu dem Zeitpunkt t1 wird das Fahrzeug **100** nur von der elektrischen Maschine **4** angetrieben. Die Kupplung **3** ([Fig. 1](#)) ist daher geöffnet und trennt den Verbrennungsmotor **2** von den übrigen Komponenten des Hybridantriebs **1**. Zum Zeitpunkt t1 wird von dem Hybridantrieb **1** eine höhere Leistung gefordert, die einen Start des Verbrennungsmotors **2** erforderlich macht. Daher wird zum Zeitpunkt t1 das Schlupfmoment der Kupplung **3** angehoben, bis der Sollwert MKS1 erreicht ist. Nach Erreichen des Sollwerts MKS1 zum Zeitpunkt t1+ wird ein Zeitglied mit der Zeitdauer  $\Delta t_2$  gestartet. Wird nach Ablauf dieser Zeitdauer, also zum Zeitpunkt t2, immer noch keine Rotation des Verbrennungsmotors **2** festgestellt, dann wird der Sollwert MKS1 inkrementiert, um zu dem erhöhten Sollwert MKS2 zu gelangen. Mit diesem Sollwert MKS2 gelingt ein erfolgreicher Start. Denn der Verbrennungsmotor **2** wird zum Zeitpunkt t3 erfolgreich in Rotation versetzt und erreicht zum Zeitpunkt t4 die Drehzahl N1 der elektrischen Maschine **4**.

**[0023]** Unter Bezug auf [Fig. 5](#) wird der Fall erläutert, dass der Verbrennungsmotor **2** bereits vor dem Ablauf eines durch ein Zeitglied vorgegebenen Zeitintervalls anläuft, so dass ein erfolgreicher Start zu erwarten ist. Wiederum wird davon ausgegangen, dass das Fahrzeug **100** bis zu dem Zeitpunkt t1 nur von der elektrischen Maschine **4** des Hybridantriebs **1** angetrieben wird. Zum Zeitpunkt t1 wird eine höhere Leistung gefordert, die den Start des Verbrennungsmotors **2** erforderlich macht. Demzufolge wird, beginnend mit dem Zeitpunkt t1, das Schlupfmoment der Kupplung **3** erhöht, um den vorgegebenen Sollwert MKS1 des Schlupfmoments zu erreichen. Gleichzeitig wird ein Zeitglied gestartet, das ein Zeitintervall  $\Delta t_3$  vorgibt. Bereits zum Zeitpunkt t2, also vor Ablauf

des Zeitintervalls  $\Delta t_3$  und vor Erreichen des Sollwerts MKS1, wird nun aber ein Anlaufen des Verbrennungsmotors **2** festgestellt. Daraufhin wird, nach Ablauf des Zeitintervalls  $\Delta t_3$ , also zum Zeitpunkt t3, der Sollwert des Schlupfmoments auf den niedrigeren Wert MKS3 gesetzt. Der Verbrennungsmotor **2** wird weiter beschleunigt und erreicht zum Zeitpunkt t4 die Drehzahl N1 der elektrischen Maschine **2**.

**[0024]** Im Folgenden wird, unter Bezug auf [Fig. 6](#), eine Ausführungsvariante erläutert, bei der während der Schlupfphase der Kupplung **3** zunächst eine Rotation des angekuppelten Verbrennungsmotors **2** erkannt wird, dessen Drehzahl aber dann wieder abfällt. Auch [Fig. 6](#) zeigt wiederum, in zwei Diagrammen, das Kupplungsmoment MK und die Drehzahlen NE, NV als Funktion der Zeit t. Wiederum werde angenommen, dass das Fahrzeug **100** bis zu dem Zeitpunkt t1 nur von der elektrischen Maschine **4** des Hybridantriebs **1** angetrieben wird. Zum Zeitpunkt t1 wird eine höhere Leistung gefordert, die den Start des Verbrennungsmotors **2** notwendig macht. Das Schlupfmoment der Kupplung **3** wird daher zunächst auf einen vorgebbaren Sollwert MKS1 erhöht, der zu dem Zeitpunkt t2 erreicht wird. Da auch mit dem Sollwert MKS1 noch kein Anlaufen des Verbrennungsmotors **2** erreicht wird, wird zum Zeitpunkt t2 der Sollwert auf den höheren Sollwert MKS2 inkrementiert. Dies führt zum Zeitpunkt t3 zu einem Anlaufen des Verbrennungsmotors **2**. Die Drehzahl des Verbrennungsmotors **2** erreicht jedoch zum Zeitpunkt t4 ein vergleichsweise niedriges Maximum N2, um dann schon wieder abzufallen. Dies ist ein Hinweis auf einen nicht geglückten Startvorgang. Dieser charakteristische Ablauf kann jedoch genutzt werden, um möglichst schnell einen erfolgreicher Start vorzubereiten. Wenn nämlich in der Schlupfphase der Kupplung **3** zunächst der Beginn einer Rotation des Verbrennungsmotors **2** erkannt wird, diese Rotation jedoch nur ein vergleichsweise niedriges Niveau erreicht, also weit unter der Drehzahl N1 der elektrischen Maschine **2** bleibt, und anschließend wieder abfällt, ist dies ein sicheres Anzeichen, dass der Verbrennungsmotor **2** nicht gestartet werden konnte. Dann wird sofort ein höheres Schlupfmoment MKS4 eingestellt, um schnellstmöglich doch noch einen Start des Verbrennungsmotors **2** zu erreichen.

**[0025]** Besonders vorteilhaft ist es, die von Betriebsparametern des Fahrzeugs **100**, wie beispielsweise Temperatur, Drehzahl, Alterung, abhängigen Sollwerte des Schlupfmoments in einem Kennfeld oder mehreren Kennfeldern zu speichern. Dadurch erhält man dann für verschiedene Betriebspunkte unterschiedliche Lernpunkte. Ein Ausführungsbeispiel eines derartigen Kennfelds ist in [Fig. 8](#) dargestellt. Das Kennfeld zeigt Bereiche des Schlupfmoments MK11, MK12,... MK44 in Abhängigkeit von der Drehzahl N und der Temperatur T. Beispielsweise wird bei der Drehzahl N3 und der Temperatur T1 das Schlupfmo-

ment MK13 gewählt. Bei der Drehzahl N3 und der Temperatur T3 wird das Schlupfmoment MK33 gewählt.

**[0026]** Weiterhin ist es empfehlenswert, die langfristigen Adaptionswerte beim Lernen zu filtern, um zu verhindern, dass einzelne Extremwerte zu häufigem Fehlverhalten führen.

**[0027]** Weiterhin sind Maßnahmen zweckmäßig, die die Lernfunktion bei besonderen Umständen deaktivieren. Ein solcher Umstand liegt beispielsweise vor, wenn der Verbrennungsmotor **2** bereits läuft, wenn ein Startvorgang eingeleitet werden soll oder wenn der Verbrennungsmotor **2** noch ausläuft.

**[0028]** Unter Bezug auf [Fig. 7](#) wird im Folgenden noch ein idealer Kupplungsvorgang bei einem optimalen Start erläutert. Auch [Fig. 7](#) zeigt wiederum, in zwei Diagrammen, das Kupplungsmoment MK als Funktion der Zeit t (oberes Diagramm) und die Drehzahl NE, NV als Funktion der Zeit t (unteres Diagramm). Bis zu dem Zeitpunkt t1 werde das Fahrzeug **100** wiederum nur von der elektrischen Maschine **4** angetrieben. Dann wird eine höhere Leistung gefordert, die nur von dem Verbrennungsmotor **2** erbracht werden kann. Um diesen zu starten, wird das Schlupfmoment der Kupplung **3** vergrößert, bis der Sollwert MKS1 zum Zeitpunkt t2 erreicht ist. Bei konstantem Schlupfmoment MKS1 wird der Verbrennungsmotor **2** beschleunigt bis er zum Zeitpunkt t3 die Drehzahl N1 der elektrischen Maschine erreicht. Zu diesem Zeitpunkt wird die Kupplung **3** völlig geschlossen. Ein erfolgreicher Start des Verbrennungsmotors **2** wurde erreicht.

### Patentansprüche

1. Verfahren für die Steuerung eines mindestens einen Verbrennungsmotor (**2**), und mindestens eine elektrische Maschine (**4**) umfassenden Hybridantriebs (**1**) eines Fahrzeugs (**100**), mit einer ersten, zwischen der elektrischen Maschine (**4**) und dem Antriebstrang (**6**) des Fahrzeugs (**100**) angeordneten Kupplung (**5**) und einer zweiten, zwischen der elektrischen Maschine (**4**) und dem Verbrennungsmotor (**2**) angeordneten Kupplung (**3**), **dadurch gekennzeichnet**, dass

– für einen Start des Verbrennungsmotors (**2**) durch die in Betrieb befindliche elektrische Maschine (**4**) die zweite Kupplung (**3**) mit einem vorgebbaren Kupplungsmoment beaufschlagt wird,  
 – dass die Drehzahl (NV) des Verbrennungsmotors (**2**) überwacht wird,  
 – und dass das Kupplungsmoment auf einen höheren Wert inkrementiert wird, falls die Drehzahl (NV) des Verbrennungsmotors (**2**) innerhalb eines vorgebbaren Zeitintervalls unterhalb eines vorgebbaren Schwellwerts liegt.

2. Verfahren für die Steuerung eines mindestens einen Verbrennungsmotor (**2**), und mindestens eine elektrische Maschine (**4**) umfassenden Hybridantriebs (**1**) eines Fahrzeugs (**100**), mit einer ersten, zwischen der elektrischen Maschine (**4**) und dem Antriebstrang (**6**) des Fahrzeugs (**100**) angeordneten Kupplung (**5**) und einer zweiten, zwischen der elektrischen Maschine (**4**) und dem Verbrennungsmotor (**2**) angeordneten Kupplung (**3**), dadurch gekennzeichnet, dass

– für einen Start des Verbrennungsmotors (**2**) durch die in Betrieb befindliche elektrische Maschine (**4**) die zweite Kupplung (**3**) mit einem vorgebbaren Kupplungsmoment beaufschlagt wird,  
 – dass die Drehzahl (NV) des Verbrennungsmotors (**2**) überwacht wird,  
 – und dass das Kupplungsmoment auf einen niedrigeren Wert inkrementiert wird, falls die Drehzahl (NV) des Verbrennungsmotors (**2**) innerhalb eines vorgebbaren Zeitintervalls oberhalb eines vorgebbaren Schwellwerts liegt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zu einem erfolgreichen Start des Verbrennungsmotors (**2**) führende Kupplungsmoment der Kupplung (**3**) für einen folgenden Start des Verbrennungsmotors (**2**) als Sollwert vorgegeben wird.

4. Verfahren für die Steuerung eines mindestens einen Verbrennungsmotor, mindestens eine elektrische Maschine umfassenden Hybridantriebs eines Fahrzeugs, mit einer ersten, zwischen der elektrischen Maschine (**4**) und dem Antriebstrang (**6**) des Fahrzeugs (**100**) angeordneten Kupplung (**5**) und einer zweiten, zwischen der elektrischen Maschine (**4**) und dem Verbrennungsmotor (**2**) angeordneten Kupplung (**3**), dadurch gekennzeichnet, dass Bei geöffnete erster Kupplung (**5**) und somit von der elektrischen Maschine (**4**) und dem Verbrennungsmotor (**2**) getrenntem Antriebsstrang (**6**) des Fahrzeugs der Schlupfwert der Kupplung (**3**) entlang einer Rampe bis zu dem Start des Verbrennungsmotors (**2**) gesteigert wird, und dass der dem Start des Verbrennungsmotors (**2**) entsprechende Schlupfwert der Kupplung (**3**) und das entsprechende Drehmoment der elektrischen Maschine (**4**) als Sollwerte gespeichert werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für den Start des Verbrennungsmotors (**2**) ein Sollwert (MKS1) des Schlupfmoments vorgegeben und gleichzeitig ein Zeitglied gestartet wird, das ein Zeitintervall ( $\Delta t_3$ ) vorgibt, dass die Drehzahl des Verbrennungsmotors (**2**) überwacht wird, und dass bei Erreichen der Startdrehzahl des Verbrennungsmotors (**2**) vor Ablauf des durch das Zeitglied vorgegebenen Zeitintervalls ( $\Delta t_3$ ) der Sollwert (MKS1) geändert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch geändert, dass der Sollwert des Schlupfmoments (MKS1) auf einen niedrigeren Wert (MKS3) reduziert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Erfassung eines kurzzeitigen Drehzahlanstiegs mit nachfolgendem Drehzahlabfall des Verbrennungsmotors (2) das Schlupfmoment sofort auf einen höheren Wert (MKS4) inkrementiert wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dass Werte des Schlupfmoments in einem Kennfeld gespeichert werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die durch Adaption veränderten Werte des Schlupfmoments gefiltert werden, um Extremwerte zu vermeiden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

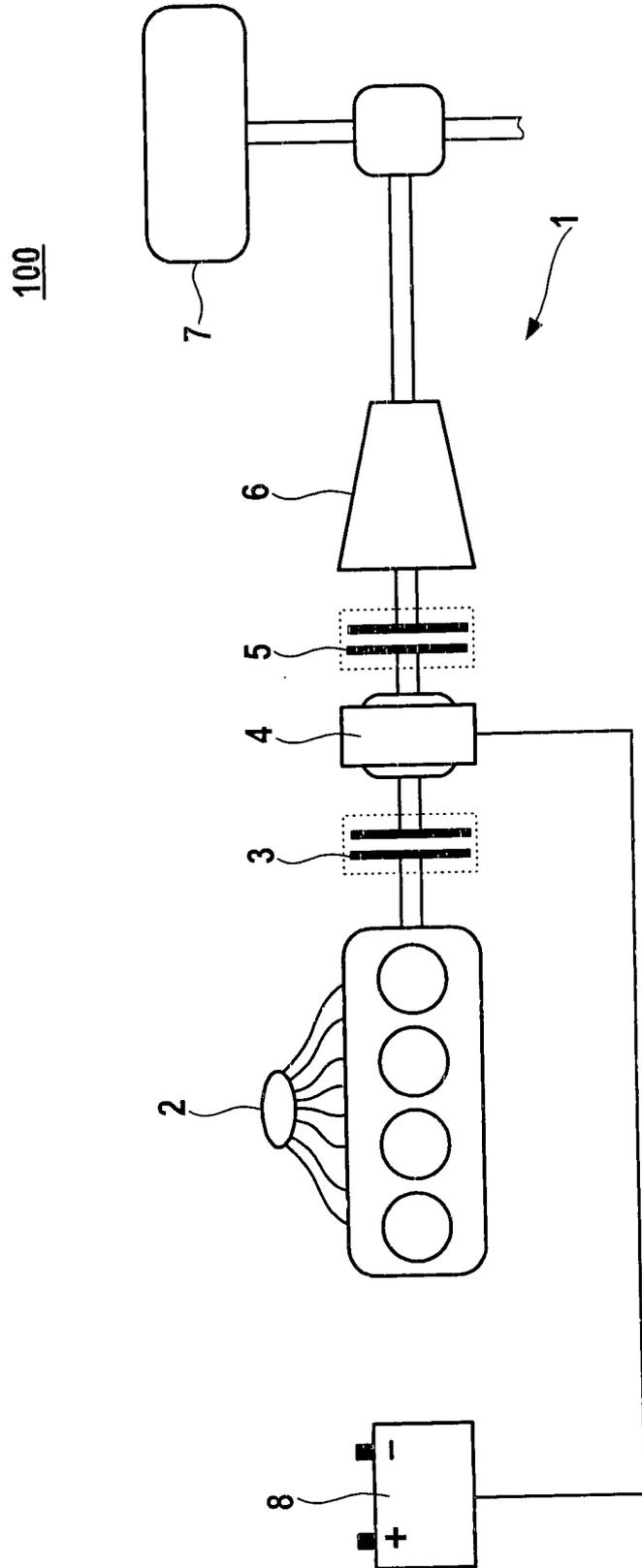


Fig. 1

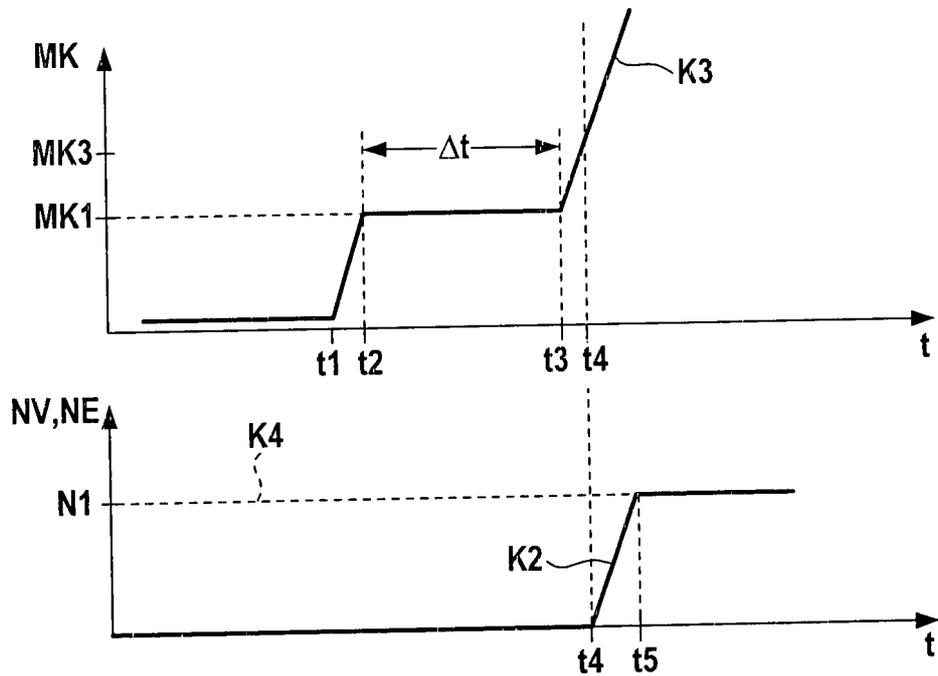


Fig. 2

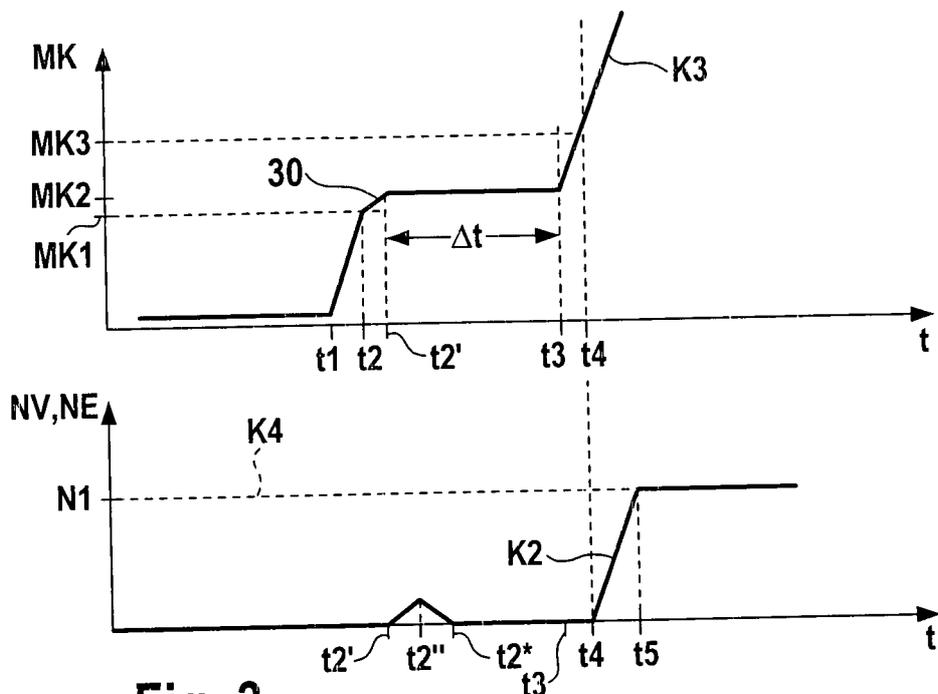


Fig. 3

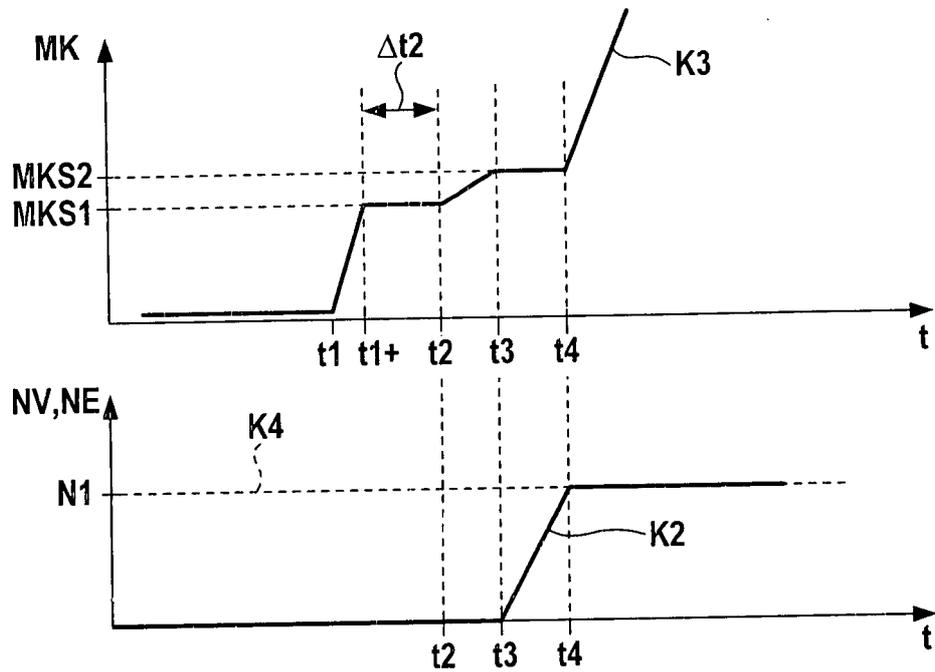


Fig. 4

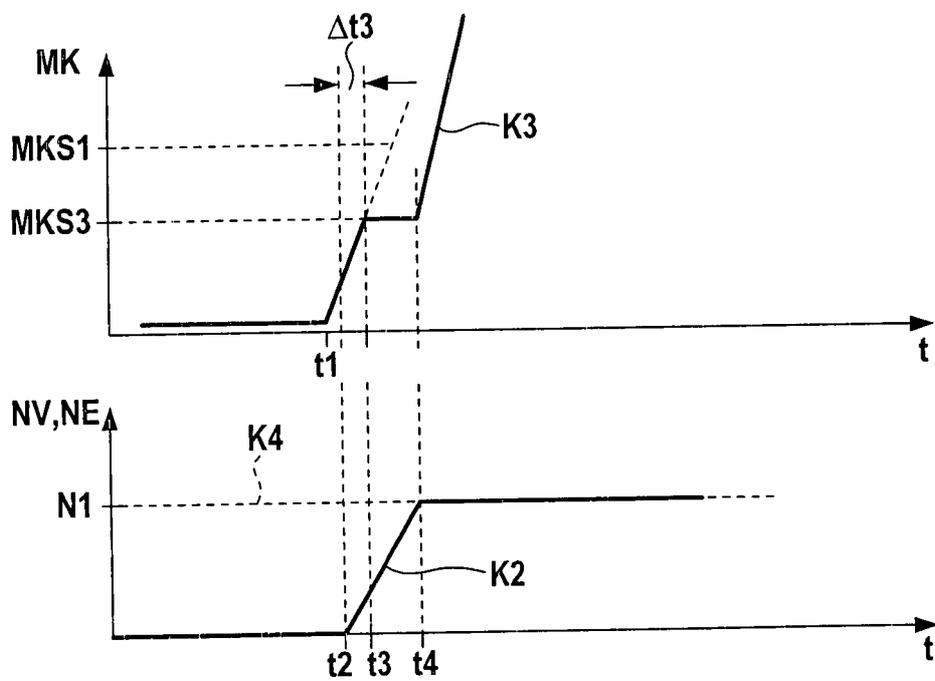


Fig. 5

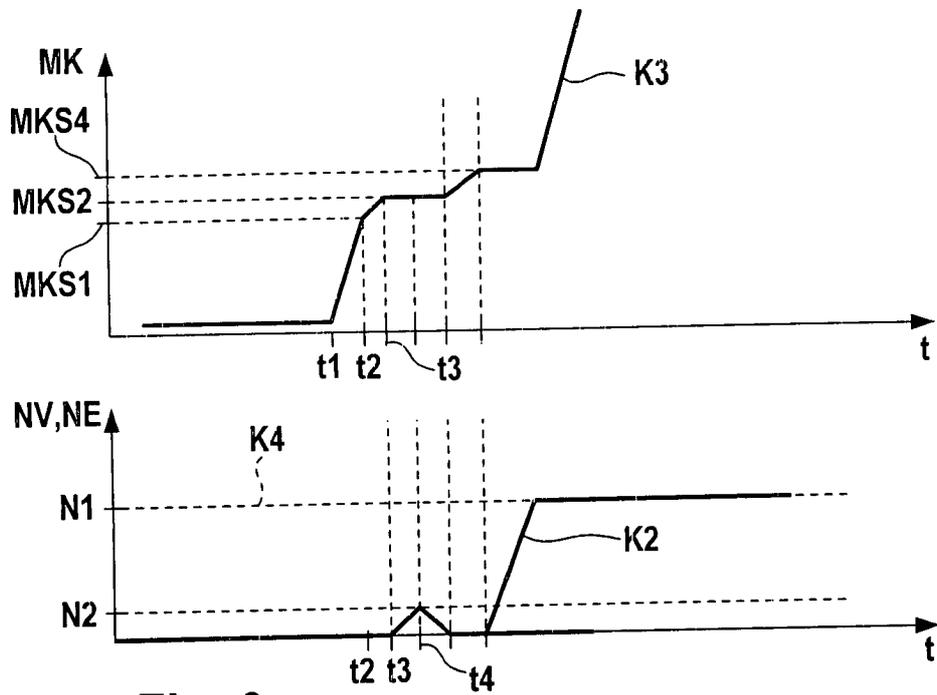


Fig. 6

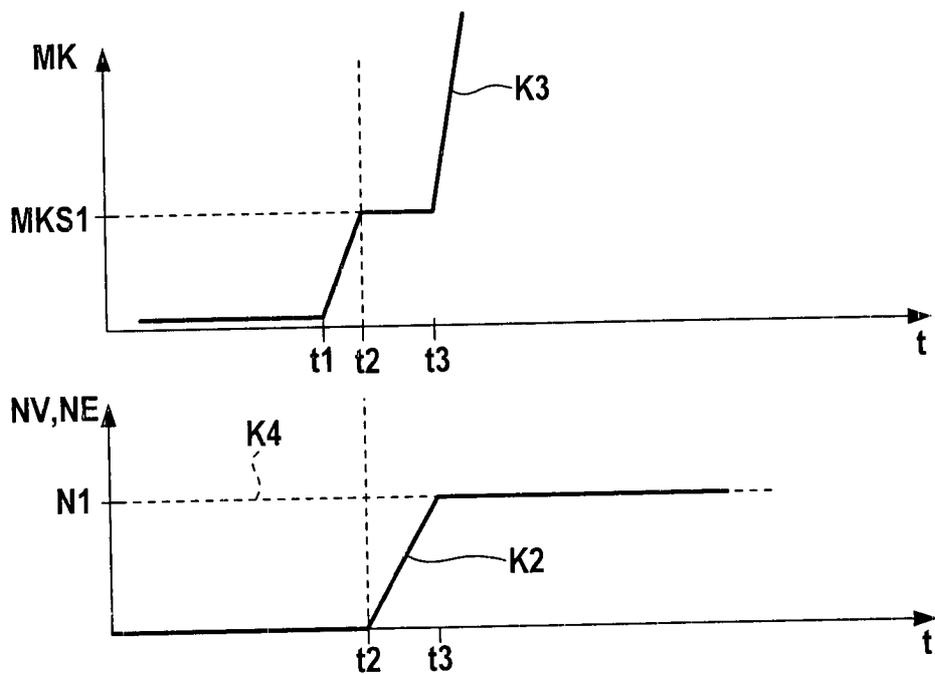


Fig. 7

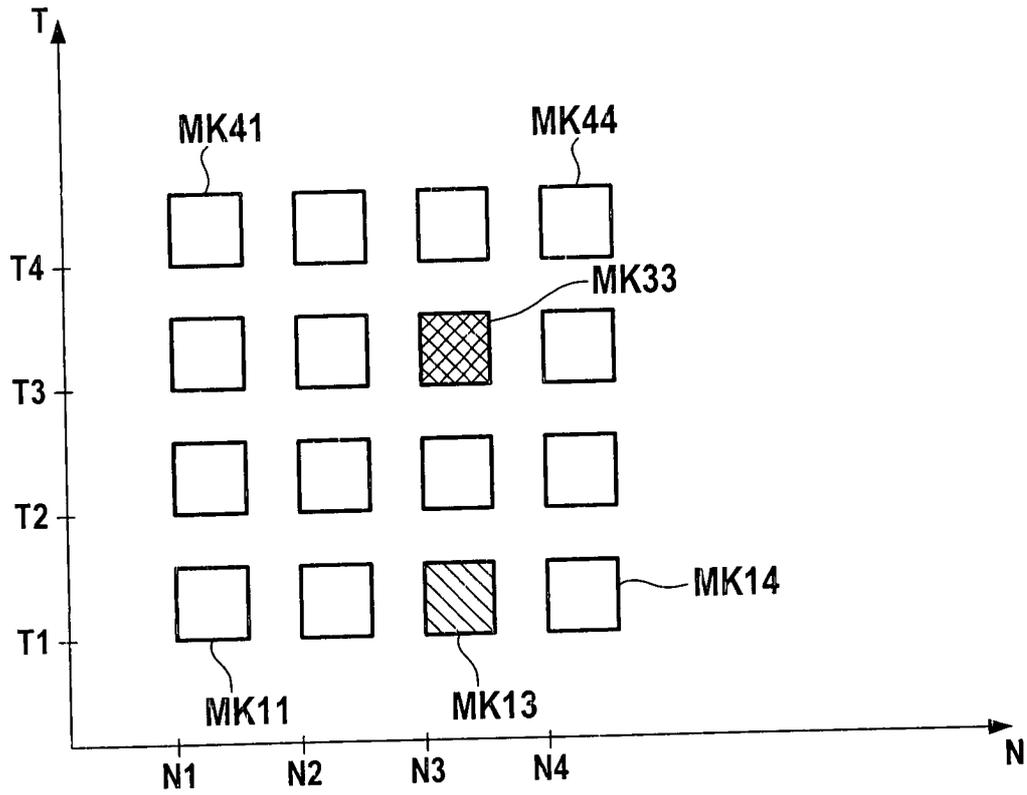


Fig. 8