

(19)



(11)

EP 2 220 344 B9

(12)

KORRIGIERTE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(15) Korrekturinformation:

Korrigierte Fassung Nr. 1 (W1 B1)

Korrekturen, siehe

Beschreibung Abschnitt(e) 12, 21, 28

Ansprüche DE 1-5

(51) Int Cl.:

F01L 1/344 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2008/064542

(48) Corrigendum ausgegeben am:

22.05.2013 Patentblatt 2013/21

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2009/062839 (22.05.2009 Gazette 2009/21)

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des

Hinweises auf die Patenterteilung:

28.03.2012 Patentblatt 2012/13

(21) Anmeldenummer: **08849551.0**

(22) Anmeldetag: **27.10.2008**

(54) **MOTORSTEUERSTRATEGIE FÜR HYDRAULISCHEN NOCKENWELLENVERSTELLER MIT MECHANISCHER MITTENVERRIEGELUNG**

MOTOR CONTROL STRATEGY FOR A HYDRAULIC CAMSHAFT ADJUSTER HAVING A MECHANICAL CENTRAL LOCK

STRATÉGIE DE GESTION MOTEUR POUR DISPOSITIF HYDRAULIQUE DE RÉGLAGE D'ARBRE À CAMES À VERROUILLAGE CENTRAL MÉCANIQUE

(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: **15.11.2007 DE 102007054547**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

25.08.2010 Patentblatt 2010/34

(73) Patentinhaber: **Schaeffler Technologies AG & Co.
KG**

91074 Herzogenaurach (DE)

(72) Erfinder:

- **BUSSE, Michael**
91074 Herzogenaurach (DE)
- **WITTHÖFT, Lutz**
91086 Aurachtal (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A1- 10 064 222	DE-A1- 10 344 816
DE-A1-102005 036 915	GB-A- 2 352 775
JP-A- 2001 050 063	US-A1- 2002 134 334
US-A1- 2003 000 489	US-A1- 2003 121 486
US-A1- 2003 188 705	

EP 2 220 344 B9

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Motorsteuerstrategie für einen hydraulischen Nockenwellenversteller mit mechanischer Mittsverriegelung, insbesondere einen hydraulischen Nockenwellenversteller gemäß Flügelzellenprinzip, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Nockenwellen von Brennkraftmaschinen werden meistens über eine Kette oder einen Zahnriemen von Kurbelwellen angetrieben und dabei in einem geschlossenen Regelkreis kontinuierlich verstellt, wobei typische Verstellbereiche bei 40° bis 60° Kurbelwinkel liegen. Einzustellende Kurbelwinkel sind in Kennfeldern hinterlegt. Verstellungen erfolgen z. B. hydraulisch, gespeist aus dem Motorölkreis über ein elektrisch betätigtes Steuerventil und ermöglichen optimierte Ventilsteuerzeiten über die Parameter Motorlast und -drehzahl. Je nach Motorkonzept und Anzahl der Versteller ist so eine deutliche Absenkung von Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen sowie eine Steigerung von Leistung und Drehmoment erreichbar.

[0003] Nockenwellen und damit fest verbundene Rotoren eines hydraulischen Nockenwellenverstellers neigen im nicht hydraulisch eingespannten Zustand aufgrund von Wechselmomenten an der Nockenwelle zu akustisch auffälligem Schwingen. Verhindert werden kann dieses Schwingen mit einer mechanischen Verbindung von Rotor zu Stator und damit zur Kurbelwelle. Eine bekannte derartige mechanische Verbindung ist der in der Mitte, also zwischen den Endanschlägen SPÄT und FRÜH verriegelte Nockenwellenversteller. Zwei im Rotor axial verschiebbare Verriegelungskolben, auch unter der Bezeichnung Pin bekannt, können mittels Federkraft in eine Verriegelungskulisse gedrückt werden, welche gegenüberliegend in einem axial angeordneten Verriegelungsdeckel untergebracht ist, der fest mit dem Stator verschraubt ist und so Rotor und Stator drehfest miteinander verriegeln. Entriegeln erfolgt hydraulisch mittels Öldruck aus dem Schmierkreislauf des Motors, der durch gesteuertes Beaufschlagen eines Magnetventils mit Strom zu den Verriegelungskolben gelenkt wird und diese axial aus der Verriegelungskulisse in den Rotor verschiebt, so dass Rotor und Stator zueinander verdrehbar sind.

[0004] Nicht hydraulisch eingespannte Zustände sind typisch für den Motorstart, bei dem die geringe Drehzahl der Ölpumpe und entsprechend niedriger Öldruck im Schmierkreislauf des Motors nicht ausreichend sein können für einen Öldruck, der die Position von Rotor zu Stator hält. Während die Drehzahl des Motors hochläuft, entstehen Reibmomente an den Nockenwellen entgegen deren Drehrichtung, die eine mittige Verriegelung unterstützen, wenn der Rotor des Nockenwellenverstellers zwischen Mittsverriegelungsposition (MVP) und FRÜH-Endanschlag abgestellt wurde. Wurde beim Mo-

torstop der Rotor des Nockenwellenverstellers jedoch zwischen SPÄT-Endanschlag und MVP abgestellt, erfolgt dessen Verstellung durch Reibmomente ausschließlich in Richtung SPÄT und die MVP ist für den Rotor ohne ausreichenden Öldruck nicht erreichbar.

[0005] Die US-6,450,137 B2 offenbart einen Nockenwellenversteller, dessen Rotor relativ zum Stator hydraulisch entweder zum FRÜH-Endanschlag oder zum SPÄT-Endanschlag gedrückt werden kann. Ein elektrisches Steuerventil schaltet einen Zugang zu Öl unter Druck von einer Pumpe und einen druckfreien Rücklauf zu einem Ölreservoir wechselweise auf den FRÜH-Endanschlag oder auf den SPÄT-Endanschlag. Das elektrische Steuerventil wird von einer Steuervorrichtung eingestellt. Zum Unterdrücken von Geräuschen aus dem Nockenwellenantrieb soll der Rotor von der Kurbelwelle beim Motorstart mechanisch so zum Stator gedreht werden, dass der Rotor mit dem Stator mittig verriegelt werden kann. Wurde beim Motorstop der Rotor des Nockenwellenverstellers jedoch zwischen SPÄT-Endanschlag und MVP abgestellt, erfolgt dessen Verstellung durch Reibmomente ausschließlich in Richtung SPÄT und die MVP ist so nur über Umwege und unzuverlässig zu erreichen, so dass das akustisch auffällige Schwingen der Nockenwelle nicht verhindert ist.

[0006] Bei hydraulischem Verriegeln des Nockenwellenverstellers während des Motorstarts ist die Abhängigkeit von Öltemperatur, Restöl in den Ölkammern zwischen Rotor und Stator, Reibmoment und Nockenwellenwechselmoment nachteilig, da es eine gewisse Zeit dauert, den Nockenwellenversteller mittig zu verriegeln und das Motorsteuergerät diese Zeit abwarten muss bevor der Motor gezündet werden kann, wobei akustische Auffälligkeiten vor der Mittsverriegelung und zusätzliche Lasten auf Steuertrieb, Nockenwellen und anschließende Komponenten aufgrund der Schwingungen im nicht verriegelten Zustand des Nockenwellenverstellers möglich sind.

[0007] Die US-6,684,835 B2 offenbart einen hydraulischen Nockenwellenversteller, dessen Mittsverriegelung beim Abstellen des Motors erfolgt. Eine elektronische Steuereinheit erfasst ein Signal, das beim Abstellen des Motors erzeugt wird und Signale, die den Stand von Stator relativ zum Rotor wiedergeben. Ein elektrisches Steuerventil weist 5 Ports auf, von denen ein Port Pumpe den Ölzufuss zum Magnetventil aus dem Schmierölkreislauf des Motors aufnimmt, ein Port Kammer A das Steuerventil und Kammern A des Nockenwellenverstellers verbindet, ein Port Kammer B das Magnetventil mit Kammern B des Nockenwellenverstellers verbindet, ein Port Pins das Magnetventil mit allen Verriegelungskolben im Nockenwellenversteller verbindet und ein Port Tank den Ölabfluss aus dem Magnetventil mit dem Schmierölkreislauf des Motors verbindet, so dass dieser Nockenwellenversteller des Standes der Technik je eine separate Ölleitungen zu den Kammern A, den Kammern B und allen Verriegelungskolben offenbart. Für die hydraulische Verriegelung des Nockenwellenverstellers in

der MVP kann auf eine für den Betrieb des Motors geeignete Öltemperatur zurückgegriffen werden und das Motorsteuergerät kann den Motor sofort zünden, wobei die erforderliche Größe für diese Strategie die Winkelposition des Rotors im Nockenwellenversteller vor Signal "Zündung aus" ist und keine zusätzliche Messtechnik gegenüber konventionellen Motoren erforderlich ist. Gemäß der Lehre der US-6,684,835 B2 werden vor der Mittenverriegelung die Kammern A, Kammern B und die Pins durch das Magnetventil drucklos gestellt und das Verriegeln in der Mitte von Stator und Rotor soll durch spontane Bewegungen der Nockenwelle erfolgen, die den Rotor in geeignete Stellung zum Stator drehen. Akustische Auffälligkeiten durch die fehlende hydraulische Einspannung vor der Mittenverriegelung und zusätzliche Lasten auf Steuertrieb, Nockenwellen und anschließende Komponenten aufgrund der Schwingungen im nicht verriegelten Zustand des Nockenwellenverstellers sind mit der Lehre der US-6,684,835 B2 nicht zu vermeiden.

[0008] Die US 2003/121486A1 und die DE10344816 A1 offenbaren weitere Steuerstrategien zur Verriegelung eines Nockenwellenverstellers beim Abstellen des Motors

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Motorsteuerstrategie für einen hydraulischen Nockenwellenversteller zu schaffen, mit der eine Mittenverriegelung kontrolliert und schwingungsfrei erfolgt.

[0010] Die Lösung erfolgt mit einer Motorsteuerstrategie für hydraulische Nockenwellenversteller mit mechanischer Mittenverriegelung, insbesondere hydraulische Nockenwellenversteller gemäß Flügelzellenprinzip, mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

Gemäß der Erfindung wird eine Motorsteuerstrategie vorgeschlagen für einen hydraulischen Nockenwellenversteller mit mechanischer Mittenverriegelung mit mindestens einem Rotor und einem Stator, zwischen denen hydraulisch beaufschlagbare Kammern A und Kammern B vorgesehen sind zur steuerbaren Drehung von Rotor und Stator relativ zueinander. Mindestens zwei im Rotor axial verschieblich gelagerte Verriegelungskolben sind mittels Federkraft in eine Verriegelungskulisse drückbar für die mechanische Mittenverriegelung von Rotor und Stator. Eine Hydraulik ist mit mindestens je einer Ölleitung zur Kammer A, zur Kammer B und zu den Verriegelungskolben von mindestens einem elektrisch steuerbaren Magnetventil versehen, wobei die Verriegelungskolben durch gesteuertes Bestromen des Magnetventils so beaufschlagbar sind, dass sie aus der Verriegelungskulisse drückbar sind zur mechanischen Entkopplung von Rotor und Stator. Mindestens ein Motorsteuergerät, das beim Abstellen des Motors mindestens ein Signal "Zündung aus" und mindestens ein Signal zur aktuellen Winkelposition des Nockenwellenverstellers erhält, vergleicht die Winkelposition mit im Motorsteuergerät hinterlegten Vergleichswerten, bildet daraus Steuerbefehle und gibt diese an das elektrische Magnetventil ab. Erfin-

dungsgemäß sind die im Motorsteuergerät hinterlegten Vergleichswerte in vier Zonen unterteilt und ist in einer Zone a_N , in der der Rotor des Nockenwellenverstellers einen Winkel $\geq \alpha$ zur MVP in Richtung SPÄT aufweist, das Magnetventil voll bestromt, um den Rotor des Nockenwellenverstellers in Richtung FRÜH zu verstellen und die Verriegelungskolben auf Tank zu schalten für Verriegelung in MVP, in einer Zone A_R , in der der Rotor des Nockenwellenverstellers einen Winkel $< \alpha$ zur MVP in Richtung SPÄT aufweist, das Magnetventil zunächst unbestromt, um den Rotor des Nockenwellenverstellers in Richtung SPÄT in die Zone A_N zu verstellen und danach das Magnetventil voll bestromt, um den Rotor des Nockenwellenverstellers wieder in Richtung FRÜH zu verstellen und die Verriegelungskolben auf Tank zu schalten für Verriegelung in MVP, in einer Zone B_R , in der der Rotor des Nockenwellenverstellers einen Winkel $< \beta$ zur MVP in Richtung Früh aufweist, das Magnetventil zunächst voll bestromt, um den Rotor des Nockenwellenverstellers in Richtung FRÜH in eine Zone B_N , in der der Rotor des Nockenwellenverstellers einen Winkel $\geq \beta$ zur MVP in Richtung Früh aufweist, zu verstellen und danach das Magnetventil unbestromt, um den Rotor des Nockenwellenverstellers in Richtung SPÄT zu verstellen und die Verriegelungskolben auf Tank zu schalten für Verriegelung in MVP, in der Zone B_N das Magnetventil unbestromt, um den Rotor des Nockenwellenverstellers in Richtung SPÄT zu verstellen und die Verriegelungskolben auf Tank zu schalten für Verriegelung in MVP. Vorteilhaft erfolgt die Verriegelung bis in die MVP zu jedem Zeitpunkt hydraulisch gesteuert, so dass der Rotor kontrolliert in die MVP geführt und dort die Verriegelung erfolgen kann ohne akustische Auffälligkeiten und ohne zusätzliche Lasten auf Steuertrieb, Nockenwellen und anschließende Komponenten aufgrund von Schwingungen im nicht eingespannten Zustand des Nockenwellenverstellers. Insbesondere die Nutzung des Restöldrucks beim Motorstop erlaubt die Verriegelung in MVP unabhängig von der Winkellage des Rotors im Nockenwellenversteller bei Leerlaufdrehzahl vor Motorstop.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist ein z. B. als hydraulischer Öldruckspeicher ausgestalteter Energiespeicher zur Verriegelung des Rotors des Nockenwellenverstellers vorgesehen, der im Motorbetrieb aufladbar ist und bei unzureichendem Öldruck für eine Verstellung während des Motorabstellvorgangs zur Unterstützung zuschaltbar ist.

[0012] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Verriegelung des Rotors des Nockenwellenverstellers in MVP beim Motorstart, falls die Verriegelungszeit beim Motorstop zu kurz ist, wobei die Verriegelung beim Motorstart mit $TV = 0\%$ oder $TV = 100\%$ erfolgt in Abhängigkeit davon, in welcher der Zonen A_N , A_R oder B_N , B_R sich der Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 vor dem Signal "Zündung aus" befindet. Vorteilhafterweise ist die Winkelposition des Nockenwellenverstellers beim Motorstart mit extrem niedriger Motordrehzahl nur zu ermitteln bei Verriegelung in

MVP während Motorstart.

[0013] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist für die mechanische Mittenverriegelung des Rotors mit dem Stator eine axiale Mehrfachrasterverriegelung vorgesehen für eine weiter beschleunigte Verriegelung des Rotors mit dem Stator, wobei bei Winkelpositionen im Leerlaufbetrieb zwischen SPÄT und Mittenverriegelungsposition bei ausreichend Motoröl-
druck die mechanische Mittenverriegelung während eines Motorstops auch ohne axiale Mehrfachrasterverriegelung funktioniert mit einer geringfügig größeren Verriegelungszeit.

[0014] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels dargelegt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Nockenwellenversteller für eine Motorstopstrategie gemäß der Erfindung,

Fig. 2 einen Graph der Steuerungscharakteristik und Schaltstellungen des Magnetventils für eine Motorstopstrategie gemäß der Erfindung,

Fig. 3 eine Aufteilung des Verstellwinkelbereichs für eine Motorstopstrategie gemäß der Erfindung, und

Fig. 4 einen Ablaufplan zur Motorstopstrategie gemäß der Erfindung.

[0015] Fig. 1: Ein hydraulischer Nockenwellenversteller 1 weist einen Rotor 2 und einen Stator 3 auf, zwischen denen mehrere durch Flügel 4 getrennte Kammern A und Kammern B gleichmäßig über den Umfang verteilt vorgesehen sind. Rotor 2 ist drehbar zu Stator 3. Die im Rotor 2 gelagerten Flügel 4 wirken mit gleichmäßig über den inneren Umfang des Stators 3 verteilten Früh- und Spät-Anschlägen 5 zusammen. Im Rotor 2 sind axial verschieblich gelagerte Verriegelungskolben 6 - 10 vorgesehen, die mittels Federn (nicht dargestellt) in eine Verriegelungskulisse des Stators 3 gedrückt werden können für eine gegen Verdrehen gesicherte Verbindung von Rotor 2 und Stator 3 in MVP. Radial nach außen gerichtet ist ein Zahnkranz 11 vorgesehen über den ganzen Umfang des Stators 3 für eine zu einer Kurbelwelle führenden Kette (nicht dargestellt).

[0016] Von den zwei im Rotor axial verschiebbaren Verriegelungskolben 6 und 7 für Mittenverriegelung, die abhängig von der Winkelposition des Rotors 2 zum Stator 3 in gegenüberliegende Verriegelungskulissen im Verriegelungsdeckel eingreifen oder nicht, sperrt Verriegelungskolben 6 in Richtung SPÄT und Verriegelungskolben 7 in Richtung FRÜH.

[0017] Von einem elektrisch steuerbaren Magnetventil (nicht dargestellt) führt eine Ölleitung 12 von einem Port A zu den Kammern A, eine Ölleitung 13 von einem Port B zu den Kammern B und eine Ölleitung 14 von einem Port Pins zu den Verriegelungskolben 6 - 10, die mittels

Öldruck vom Port Pins entriegelbar sind. Das Magnetventil wird über eine Pumpe (nicht dargestellt) mit Öl unter Druck beaufschlagt. Über einen Rücklauf (nicht dargestellt) kann Öl druckfrei aus dem Magnetventil in einen Tank abfließen.

[0018] Fig. 2: Das elektrisch steuerbare Magnetventil ist in drei auf der Abszisse des Graphen aufgetragene Bereiche unterteilt: Stopp 1 für Motorstopstrategie für Verstellung in Richtung SPÄT, Arbeitsbereich für Regelung während des Motorbetriebs und Stopp II für Motorstopstrategie für Verstellung in Richtung FRÜH. Alle Verriegelungskolben 6 - 10 sind im Stopp I- und Stopp II-Bereich auf Tank geschaltet, so dass der Rotor den Nockenwellenversteller bei Motorstop in MVP verriegeln kann. Der Öldruck in den Leitungen zu den Verriegelungskolben 6 - 10 ist im Bereich Stopp I: 0 ... 0,5 bar, im Arbeitsbereich > 0,5 bar und im Bereich Stopp II: 0,5 ... 0 bar, wobei die Verriegelungskolben 6, 7 bei der Auslegung gemäß Beispiel nur oberhalb von 0,5 bar vollständig entriegelt sind für Verstell- und Regelbarkeit des Nockenwellenverstellers 1 im kompletten Winkelbereich. Für andere Auslegungen mit anderen Verriegelungsfedern für die Verriegelungskolben 6 - 10, anderen Verriegelungskolbenmassen, Verriegelungskolbenflächen, usw. ergeben sich entsprechend andere Öldruckgrenzen.

[0019] Bei niedrigerem Öldruck als 0,5 bar kann der Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 nicht über MVP verstellt werden, da die Verriegelungskolben 6 - 10 auf Tank geschaltet sind und somit beim Durchgang über MVP verriegeln können.

[0020] Bei Schaltung des Magnetventils so, dass die Pumpe auf die Kammer A wirkt und gleichzeitig Kammer B mit dem Tank verbunden ist, werden die Gaswechselventilsteuerzeiten in Richtung FRÜH und bei Schaltung des Magnetventils so, dass die Pumpe auf die Kammer B wirkt und gleichzeitig Kammer A mit dem Tank verbunden ist, die Gaswechselventilsteuerzeiten in Richtung SPÄT verstellt.

[0021] Fig. 3: Für die Motorstopstrategie ist der gesamte Verstellwinkelbereich des Rotors 2 im Nockenwellenversteller 1 in vier Zonen A_N , A_R , B_N und B_R aufgeteilt. Zone A_N ist eine neutrale Zone in der Kammer A. Befindet sich der Rotor 2 in der Zone A_N , reicht dessen Abstand bis zur MVP aus, um bei Druckabfall in der Ölleitung 14 die Verriegelungskolben 6 - 10 sicher in den Verriegelungskulissen zu verriegeln. Wenn sich der Rotor 2 in der Zone A_R befindet, ist dessen Abstand α in Richtung spät zur MVP zu klein, um bei Druckabfall in der Ölleitung 14 die Verriegelungskolben 6 - 10 sicher in den Verriegelungskulissen zu verriegeln, so dass der Rotor 2 drehbar bleibt zum Stator 3. Der Winkel α kann $8^\circ - 12^\circ$, z. B. 10° betragen. Wenn sich der Rotor 2 in der Zone B_N befindet, reicht dessen Abstand bis zur MVP aus, um bei Druckabfall in der Ölleitung 14 die Verriegelungskolben 6 - 10 sicher in den Verriegelungskulissen zu verriegeln und wenn sich Rotor 2 in der Zone B_R befindet, ist dessen Abstand β in Richtung FRÜH bis zur MVP zu klein, um bei Druckabfall in der Ölleitung 14 die Verriegelungskol-

ben 6 - 10 sicher in den Verriegelungskulissen zu verriegeln, so dass der Rotor 2 drehbar bleibt zum Stator 3. Der Winkel β kann $6^\circ - 10^\circ$, z. B. 8° betragen, wobei $\alpha > \beta$ ist, da Reibmomente an der Nockenwelle in Richtung SPÄT wirken und somit Verstellgeschwindigkeiten in Richtung SPÄT generell größer sind.

[0022] Fig. 4: Der Verriegelungsvorgang während eines Motorabstellvorgangs läuft bei normalem Betrieb des Motors in Leerlaufdrehzahl zeitlich ab wie folgt: Der Fahrer schaltet den Motor aus und ein Signal "Zündung aus" wird an das Motorsteuergerät weitergeleitet. Das Motorsteuergerät wertet die aktuelle Winkelposition des Rotors 2 im Nockenwellenversteller 1 aus und vergleicht diese mit den hinterlegten Zonendefinitionen. Abhängig von der erfassten Zone wird vom Motorsteuergerät eines der vorgegebenen Tastverhältnisse (TV) ans Magnetventil abgegeben.

[0023] Befindet sich der Rotor 2 beim Motorstop in Zone A_N wird das Magnetventil mit maximalem Strom beaufschlagt (TV = 100%; Bereich: Stopp II), um den Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 in Richtung FRÜH zu verstellen. Daraus folgt die Verriegelung des Rotors 2 mit dem Stator 3 in MVP, da die Verriegelungskolben 6 - 10 drucklos auf Tank geschaltet sind.

[0024] Befindet sich der Rotor 2 beim Motorstop in Zone A_R bleibt das Magnetventil zunächst ohne Strom (TV = 0%; Bereich: Stopp I), um den Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 in Richtung SPÄT in neutrale Zone zu verstellen; danach wird das Magnetventil mit maximalem Strom beaufschlagt (TV = 100%; Bereich: Stopp II), um den Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 in Richtung FRÜH zu verstellen. Daraus folgt die Verriegelung des Rotors 2 mit dem Stator 3 in MVP, da die Verriegelungskolben 6 - 10 auf Tank geschaltet sind.

[0025] Befindet sich der Rotor 2 beim Motorstop in der Zone B_r wird das Magnetventil zunächst mit maximalem Strom beaufschlagt (TV = 100%; Bereich: Stopp II), um den Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 in Richtung FRÜH in neutrale Zone zu verstellen und danach das Magnetventil vom Strom getrennt (TV = 0%; Bereich: Stopp I), um den Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 in Richtung SPÄT zu verstellen. Daraus folgt die Verriegelung des Rotors 2 mit dem Stator 3 in MVP, da die Verriegelungskolben 6 - 10 auf Tank geschaltet sind.

[0026] Befindet sich der Rotor 2 beim Motorstop in Zone B_n bleibt das Magnetventil vom Strom getrennt (TV = 0%; Bereich: Stopp I), um den Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 in Richtung SPÄT zu verstellen. Daraus folgt die Verriegelung des Rotors 2 mit dem Stator 3 in MVP, da die Verriegelungskolben 6 - 10 auf Tank geschaltet sind.

[0027] Die Verriegelung des Rotors 2 mit dem Stator 3 in MVP bei abnehmender Drehzahl erfolgt unter Nutzung des Restöldruckes im Motor.

[0028] Der Nockenwellenversteller 1 ist normalerweise vor Motorstillstand bereits verriegelt. Falls die Verriegelungszeit beim Motorstop jedoch zu kurz ist, erfolgt die Verriegelung beim Motorstart, nämlich mit TV = 0 % oder

TV = 100 % in Abhängigkeit davon, in welcher der Zonen A_N, A_R oder B_N, B_R sich der Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 vor dem Signal "Zündung aus" befindet. Ist der Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 vor Signal "Zündung aus" in den Zonen A_N, A_R, also zwischen SPÄT und MVP, wird TV = 100 % am Magnetventil angelegt. Wird der Rotor 2 des Nockenwellenverstellers 1 vor Signal "Zündung aus" in den Zonen B_N, B_R erfasst, also zwischen MVP und FRÜH, wird TV = 0 % angelegt, so dass der Öldruck immer in Richtung MVP wirkt, d.h. zusätzlich zu Nockenwellen-Reibmoment oder Rasterverriegelung. Gleichzeitig fließt Restöl aus der Ölkammer, welche eine Verstellung in Richtung MVP verhindern könnte.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Nockenwellenverstellers (1) mit mechanischer Mittsverriegelung mit mindestens einem Rotor (2) und einem Stator (3); zwischen denen hydraulisch beaufschlagbare Kammern A und Kammern B vorgesehen sind zur steuerbaren Drehung von Rotor (2) und Stator (3) relativ zueinander, mindestens zwei im Rotor (2) axial verschieblich gelagerten Verriegelungskolben (6 - 10), die elastisch in eine Verriegelungskulisse drückbar sind für die mechanische Mittsverriegelung von Rotor (2) und Stator (3), mindestens einer Hydraulik mit mindestens je einer Ölleitung (12 - 14) zur Kammer A, zur Kammer B und zu den Verriegelungskolben (6 - 10) von mindestens einem elektrisch steuerbaren Magnetventil, wobei die Verriegelungskolben (6 - 10) durch gesteuertes Bestromen des Magnetventils so beaufschlagbar sind, dass sie aus der Verriegelungskulisse drückbar sind zur Trennung von Rotor (2) und Stator (3), mit mindestens einem Motorsteuergerät, das beim Abstellen des Motors mindestens ein Signal "Zündung aus" und mindestens ein Signal zur aktuellen Winkelposition des Nockenwellenverstellers (1) erhält, die Winkelposition mit mindestens einer im Motorsteuergerät hinterlegten Zonendefinition vergleicht, daraus Steuerbefehle bildet und an das elektrische Magnetventil abgibt, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Zone (A_N), in der der Rotor (2) des Nockenwellenverstellers (1) einen Winkel $\geq \alpha$ zur Mittsverriegelungsposition in Richtung SPÄT aufweist, das Magnetventil voll bestromt ist, um den Rotor (2) des Nockenwellenverstellers (1) in Richtung FRÜH zu verstellen und die Verriegelungskolben (6 - 10) auf Tank zu schalten für Verriegelung in Mittsverriegelungsposition, in einer Zone (A_R), in der der Rotor (2) des Nockenwellenverstellers (1) einen Winkel $< \alpha$ zur Mittsverriegelungsposition in Richtung SPÄT aufweist, das Magnetventil zunächst unbestromt ist, um den Rotor (2) des Nockenwellenverstellers (1) in Richtung SPÄT in die Zone (A_N) zu

verstellen und danach das Magnetventil voll be-
 strahlt ist, um den Rotor (2) des Nockenwellenver-
 stellers (1) wieder in Richtung FRÜH zu verstellen
 und die Verriegelungs-kolben (6 - 10) auf Tank zu
 schalten für Verriegelung in Mittenverriegelungsposi-
 tion, in einer Zone (B_R), in der der Rotor (2) des
 Nockenwellenverstellers (1) einen Winkel $< \beta$ zur
 Mittenverriegelungsposition in Richtung Früh auf-
 weist, das Magnetventil zunächst voll bestromt ist,
 um den Rotor (2) des Nockenwellenverstellers (1) in
 Richtung FRÜH in eine Zone (B_N), in der der Rotor
 (2) des Nockenwellenverstellers (1) einen Winkel $\geq$
 β zur Mittenverriegelungsposition in Richtung Früh
 aufweist, zu verstellen und danach das Steuerventil
 unbestromt ist, um den Rotor (2) des Nockenwellen-
 verstellers (1) in Richtung SPÄT zu verstellen und
 die Verriegelungskolben (6 - 10) auf Tank zu schal-
 ten für Verriegelung in Mittenverriegelungsposition,
 in der Zone (B_N) das Steuerventil unbestromt ist, um
 den Rotor (2) des Nockenwellenverstellers (1) in
 Richtung SPÄT zu verstellen und die Verriegelungs-
 kolben (6 - 10) auf Tank zu schalten für Verriegelung
 in Mittenverriegelungsposition.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** der Nockenwellenversteller (1) in
 Mittenverriegelungsposition beim Motorstart verrie-
 gelbar ist, wobei die Verriegelung beim Motorstart
 mit $TV = 0\%$ oder $TV = 100\%$ erfolgt in Abhängigkeit
 davon, in welcher der Zonen (A_N), (A_R) oder (B_N),
 (B_R) sich der Rotor (2) des Nockenwellenverstellers
 (1) vor dem Signal "Zündung aus" befindet.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** die Verriegelung des Rotors (2) des
 Nockenwellenverstellers (1) in Mittenverriegelungs-
 position bei abnehmender Drehzahl jeweils unter
 Ausnutzung des Restöldruckes im Motor erfolgt.
4. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** hilfsweise ein Energiespeicher für
 die Verriegelung des Rotors (2) des Nockenwellen-
 verstellers (1) vorgesehen ist.
5. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** für die mechanische Mittenverriege-
 lung des Rotors (2) mit dem Stator (3) eine axiale
 Mehrfachrasterverriegelung vorgesehen ist.

Claims

1. Method for controlling a hydraulic camshaft adjuster
 (1) with mechanical centre-position locking, having
 at least one rotor (2) and one stator (3), between
 which are provided hydraulically pressurizable
 chambers A and chambers B for the controllable ro-
 tation of rotor (2) and stator (3) relative to one an-

other, having at least two locking pistons (6 - 10)
 which are mounted in an axially displaceable manner
 in the rotor (2) and which can be pushed elastically
 into a locking slot for the mechanical centre-position
 locking of the rotor (2) and stator (3), having at least
 one hydraulic system with at least in each case one
 oil line (12 - 14) to the chamber A, to the chamber B
 and to the locking pistons (6 - 10) of at least one
 electrically controllable magnet valve, wherein by
 means of controlled energization of the magnet
 valve, the locking pistons (6 - 10) can be acted on
 such that they can be pushed out of the locking slot
 for the separation of rotor (2) and stator (3), having
 at least one engine control unit which, when the en-
 gine is shut down, receives at least one signal "igni-
 tion off" and at least one signal regarding the present
 angle position of the camshaft adjuster (1), com-
 pares the angle position with at least one zone def-
 inition stored in the engine control unit, forms control
 commands from this and outputs said control com-
 mands to the electric magnet valve, **characterized
 in that**, in a zone (A_N) in which the rotor (2) of the
 camshaft adjuster (1) has an angle $\geq \alpha$ with respect
 to the centre locking position in the late direction, the
 magnet valve is fully energized in order to adjust the
 rotor (2) of the camshaft adjuster (1) in the early di-
 rection and connect the locking pistons (6 - 10) to a
 tank for locking in the centre locking position, in a
 zone (A_R) in which the rotor (2) of the camshaft ad-
 juster (1) has an angle $< \alpha$ with respect to the centre
 locking position in the late direction, the magnet
 valve is initially de-energized in order to adjust the
 rotor (2) of the camshaft adjuster (1) in the late di-
 rection into the zone (A_N), and thereafter the magnet
 valve is fully energized in order to adjust the rotor (2)
 of the camshaft adjuster (1) in the early direction
 again and connect the locking pistons (6 - 10) to the
 tank for locking in the centre locking position, in a
 zone (B_R) in which the rotor (2) of the camshaft ad-
 juster (1) has an angle $< \beta$ with respect to the centre
 locking position in the early direction, the magnet
 valve is initially fully energized in order to adjust the
 rotor (2) of the camshaft adjuster (1) in the early di-
 rection into a zone (B_N) in which the rotor (2) of the
 camshaft adjuster (1) has an angle $\geq \beta$ with respect
 to the centre locking position in the early direction,
 and thereafter the control valve is de-energized in
 order to adjust the rotor (2) of the camshaft adjuster
 (1) in the late direction and connect the locking pis-
 tons (6 - 10) to the tank for locking in the centre lock-
 ing position, and in the zone (B_N), the control valve
 is de-energized in order to adjust the rotor (2) of the
 camshaft adjuster (1) in the late direction and con-
 nect the locking pistons (6 - 10) to the tank for locking
 in the centre locking position.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that**
 the camshaft adjuster (1) can be locked in the centre

locking position upon starting of the engine, wherein the locking upon starting of the engine takes place with duty factor = 0% or duty factor = 100% depending on which of the zones (A_N), (A_R) or (B_N), (B_R) the rotor (2) of the camshaft adjuster (1) is situated in before the "ignition off" signal.

3. Method according to Claim 1, **characterized in that** the locking of the rotor (2) of the camshaft adjuster (1) in the centre locking position takes place as the rotational speed is falling, in each case utilizing the residual oil pressure in the engine.
4. Method according to Claim 1, **characterized in that** an energy store is optionally provided for the locking of the rotor (2) of the camshaft adjuster (1).
5. Method according to Claim 1, **characterized in that** an axial multiple grid-type locking means is provided for the mechanical centre locking of the rotor (2) to the stator (3).

Revendications

1. Procédé de commande d'un déphaseur d'arbre à cames hydraulique (1) comprenant un verrouillage central mécanique avec au moins un rotor (2) et un stator (3), entre lesquels sont prévues des chambres A et des chambres B pouvant être sollicitées de manière hydraulique, pour la rotation commandable du rotor (2) et du stator (3) l'un par rapport à l'autre, au moins deux pistons de verrouillage (6 - 10) montés de manière déplaçable axialement dans le rotor (2), qui peuvent être pressés élastiquement dans une coulisse de verrouillage pour le verrouillage central mécanique du rotor (2) et du stator (3), au moins un système hydraulique avec au moins une conduite d'huile respective (12 - 14) allant à la chambre A, à la chambre B et aux pistons de verrouillage (6 - 10) d'au moins une électrovanne à commande électrique, les pistons de verrouillage (6 - 10) pouvant être sollicités par l'alimentation électrique commandée de l'électrovanne de telle sorte qu'ils puissent être pressés hors de la coulisse de verrouillage en vue de séparer le rotor (2) et le stator (3), au moins un appareil de commande de moteur, qui, lors de l'arrêt du moteur, reçoit un signal "arrêt d'allumage" et reçoit au moins un signal indiquant la position angulaire actuelle du déphaseur d'arbre à cames (1), compare la position angulaire avec au moins une définition de zone consignée dans l'appareil de commande du moteur, forme à partir de celle-ci des ordres de commande et les envoie à l'électrovanne électrique, **caractérisé en ce que** dans une zone (A_N), dans laquelle le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) présente un angle $\geq \alpha$ par rapport à la position de verrouillage central dans le sens d'un

RETARD, l'électrovanne est complètement alimentée en courant, afin de déplacer le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) dans le sens d'une AVANCE, et de commuter les pistons de verrouillage (6 - 10) vers le réservoir en vue du verrouillage dans la position de verrouillage central, dans une zone (A_R), dans laquelle le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) présente un angle $< \alpha$ par rapport à la position de verrouillage central dans le sens d'un RETARD, l'électrovanne est d'abord non alimentée en courant, afin de déplacer le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) dans le sens d'un RETARD dans la zone (A_N), et ensuite l'électrovanne est complètement alimentée en courant, afin de déplacer à nouveau le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) dans le sens d'une AVANCE et de commuter les pistons de verrouillage (6 - 10) vers le réservoir en vue du verrouillage dans la position de verrouillage central, dans une zone (B_R), dans laquelle le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) présente un angle $< \beta$ par rapport à la position de verrouillage central dans le sens de l'avance, l'électrovanne est d'abord complètement alimentée en courant, afin de déplacer le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) dans le sens d'une AVANCE dans une zone (B_N) dans laquelle le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) présente un angle $\geq \beta$ par rapport à la position de verrouillage central, et ensuite la vanne de commande n'est pas alimentée en courant, afin de déplacer le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) dans le sens d'un RETARD et de commuter les pistons de verrouillage (6 - 10) vers le réservoir en vue du verrouillage dans la position de verrouillage central, dans la zone (B_N) la vanne de commande n'est pas alimentée en courant afin de déplacer le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) dans le sens d'un RETARD et de commuter les pistons de verrouillage (6 - 10) vers le réservoir en vue du verrouillage dans la position de verrouillage central.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le déphaseur d'arbre à cames (1) peut être verrouillé dans la position de verrouillage central lors du démarrage du moteur, le verrouillage lors du démarrage du moteur s'effectuant avec un taux d'impulsion $TV = 0\%$ ou $TV = 100\%$, en fonction de la zone (A_N), (A_R), ou (B_N), (B_R) dans laquelle se trouve le rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) avant le signal "arrêt d'allumage".
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le verrouillage du rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1) a lieu dans la position de verrouillage central dans le cas d'une diminution du régime à chaque fois en utilisant la pression d'huile résiduelle dans le moteur.
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce**

que l'on prévoit à titre auxiliaire un accumulateur d'énergie pour le verrouillage du rotor (2) du déphaseur d'arbre à cames (1).

5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce** 5
que l'on prévoit pour le verrouillage central mécanique du rotor (2) avec le stator (3) un verrouillage à cliquet multiple axial.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

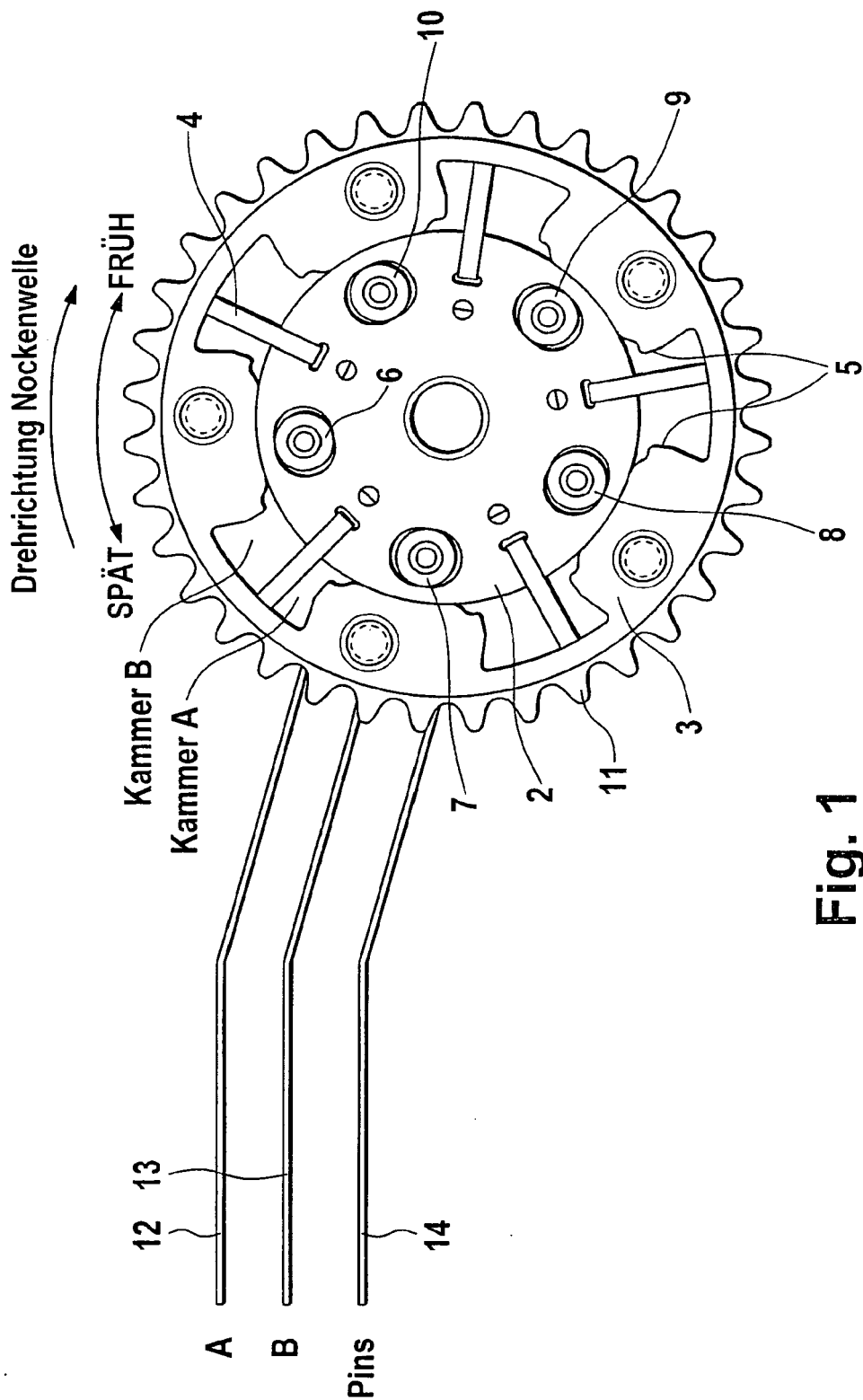


Fig. 1

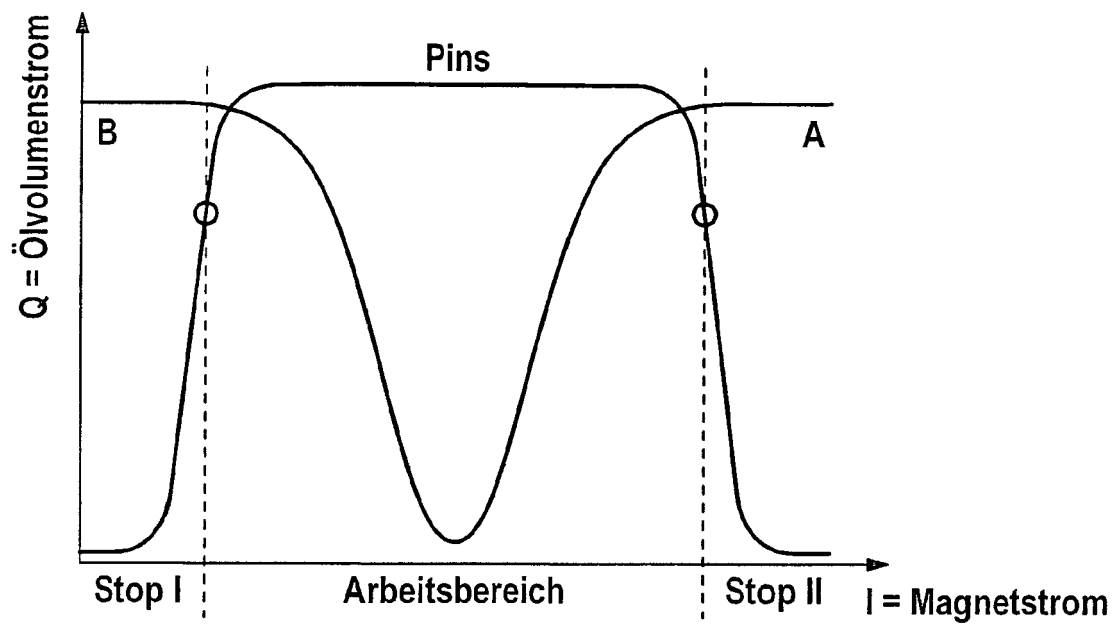


Fig. 2

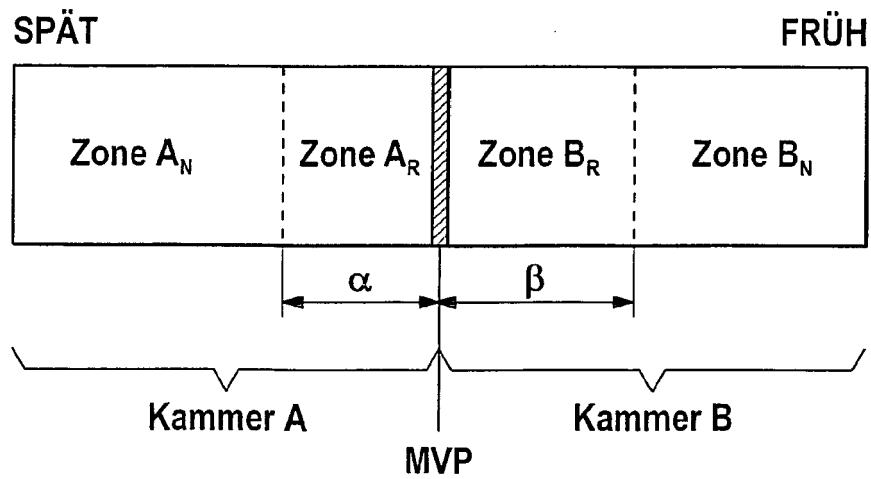


Fig. 3

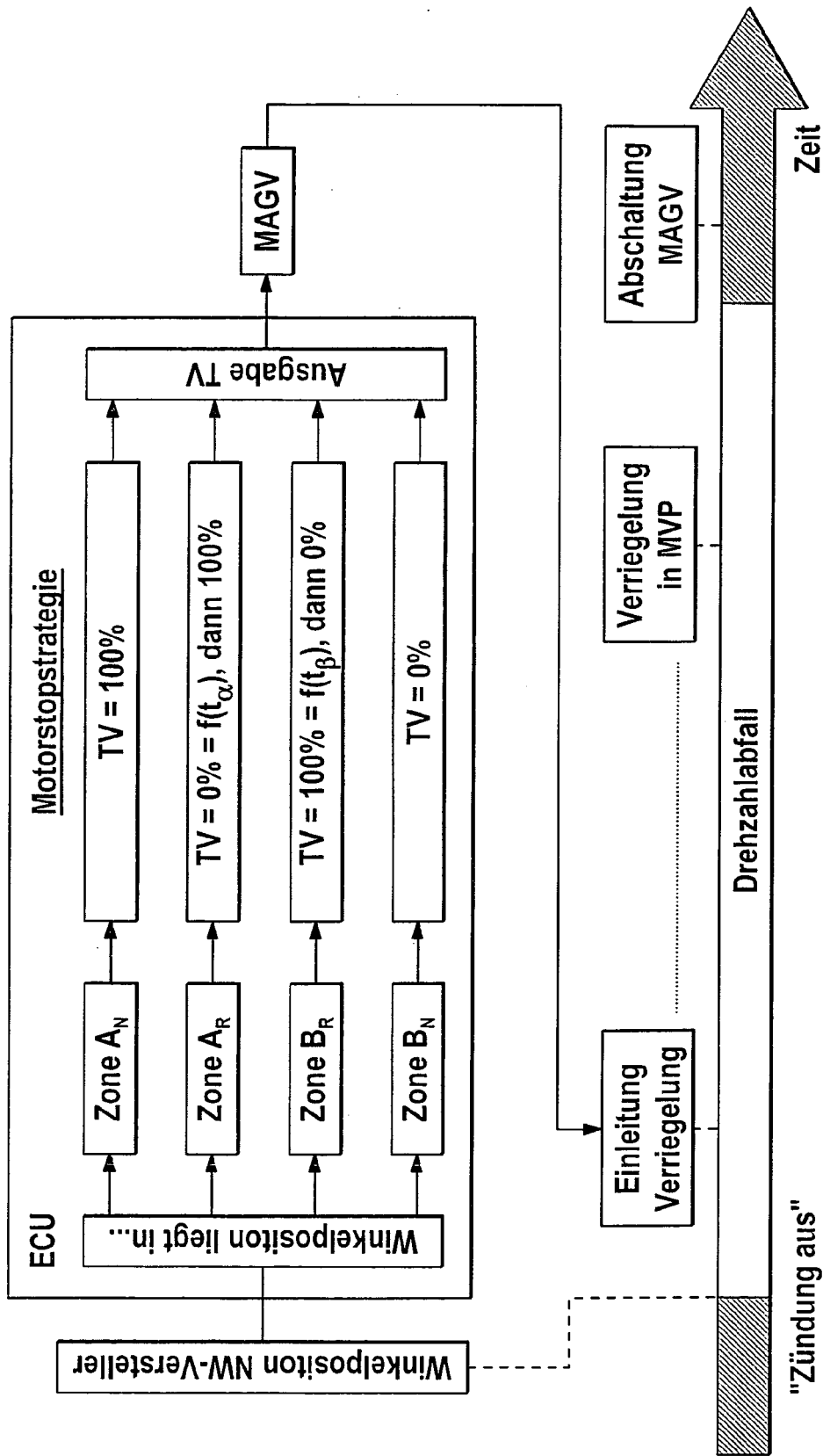


Fig. 4

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

- US 6450137 B2 [0005]
- US 6684835 B2 [0007]
- US 2003121486 A1 [0008]
- DE 10344816 A1 [0008]