



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 504 172 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.12.2005 Patentblatt 2005/51

(51) Int Cl.7: **F01L 1/34**, F01L 1/352,
F02D 13/02, F01L 1/344

(21) Anmeldenummer: **03749852.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/002788

(22) Anmeldetag: **18.03.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/095803 (20.11.2003 Gazette 2003/47)

(54) **NOCKENWELLENVERSTELLER MIT ELEKTRISCHEM ANTRIEB**

CAMSHAFT ADJUSTER WITH AN ELECTRICAL DRIVE

DISPOSITIF DE REGLAGE D'ARBRE A CAMES A ENTRAINEMENT ELECTRIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(72) Erfinder:
• **SCHÄFER, Jens**
91074 Herzogenaurach (DE)
• **STEIGERWALD, Martin**
91056 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **10.05.2002 DE 10220687**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.02.2005 Patentblatt 2005/06

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 4 101 676 **DE-A- 4 110 195**
DE-A- 10 112 048 **US-A- 3 978 829**
US-A- 5 381 764 **US-A- 5 979 382**
US-A- 6 138 622 **US-A1- 2001 020 460**
US-B1- 6 257 186

(73) Patentinhaber: **INA-Schaeffler KG**
91074 Herzogenaurach (DE)

EP 1 504 172 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum lös-
baren Verbinden und Verstellen der Nockenwelle und
der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors, insbeson-
dere nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Um bei einem Verbrennungsmotor mit hydrau-
lischem oder elektrischem Nockenwellenverstell-Sy-
stem einen sicheren Motorstart zu gewährleisten, muss
sich die Nockenwelle in der sogenannten Basis- oder
Notlaufposition befinden. Diese liegt bei Einlassnocken-
wellen üblicherweise in "spät", bei Auslassnockenwel-
len in "früh". Im normalen Betrieb des Fahrzeugs wird
die Nockenwelle beim Abstellen des Motors geregelt in
die jeweilige Basisposition gefahren und dort fixiert oder
verriegelt.

[0003] Herkömmliche, hydraulisch betätigte Rotati-
onskolbenversteller, wie Flügelzeller, Schwenk- oder
Segmentflügler besitzen eine Verriegelungseinheit.
Diese fixiert den hydraulischen Versteller in seiner Ba-
sisposition, bis sich genügend Öldruck zum Verstellen
der Nockenwelle aufgebaut hat. Kommt es zum Abwür-
gen des Motors, kann sich die Nockenwelle in einer un-
definierten Position außerhalb der Basisposition befin-
den.

[0004] Bei hydraulischen Nockenwellen-Verstell-
systemen mit der Basisposition in "spät", wird die Nocken-
welle beim nächsten Start des Verbrennungsmotors
und dem dabei fehlenden Öldruck aufgrund des Nocken-
wellenreibmoments, das entgegen der Nockenwellen-
drehrichtung wirkt, automatisch in die späte Basis-
position verstellt. Liegt die Basisposition in "früh", muss
die Nockenwelle bei fehlendem Öldruck entgegen dem
Nockenwellenreibmoment in die frühe Basisposition
verstellt werden. Dies geschieht zumeist mit Hilfe einer
Ausgleichsfeder, die ein dem Nockenwellenreibmoment
gleiches aber entgegengerichtetes Moment erzeugt.

[0005] Diese bei hydraulisch betätigbaren Nocken-
wellenverstellern üblichen Methoden zum Erreichen der
Basispositionen nach Abwürgen des Verbrennungsmo-
tors sind bei elektrisch angetriebenen Nockenwellen-
verstellern nicht anwendbar. Sie sind auch nicht erfor-
derlich, solange das Verstellmotor-System intakt ist und
die Nockenwelle auch bei stehendem Verbrennungs-
motor oder beim Widerstart in die jeweilige Basisposi-
tion verstellen kann. Bei elektrischen Verstellmotor-Sy-
stemen können jedoch der Verstellmotor und/oder seine
Steuerung ausfallen und dadurch das Erreichen der Ba-
sisposition verhindern.

[0006] In der DE 41 10 195 A1 ist eine Vorrichtung
zum lösbaren Verbinden und Verstellen der Nockenwel-
len und der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors be-
schrieben, mit einem als Dreiwelgenretriebe ausgebil-
deten Verstellgetriebe, das eine kurbelwellenverbunde-
ne Antriebswelle, eine nockenwellenverbundene Ab-

triebswelle und eine mit einem elektrischen Verstellmo-
tor verbundene Verstellwelle aufweist, wobei zwischen
Antriebs- und Abtriebswelle bei stillstehender Verstell-
welle eine Standgetriebeübersetzung i_0 vorliegt, deren
Höhe die Getriebeart (Minus- oder Plusgetriebe)
und die Verstellrichtung der Nockenwellen bestimmt,
die eine Basis- oder Notlaufposition besitzen.

[0007] Bei dieser Verstellvorrichtung wird eine leicht-
gängige und genaue Einstellung der Nockenwellenlage
angestrebt. Damit bei Ausfall des Verstellmotor-Sy-
stems die Funktion des Verbrennungsmotors zumindest
notdürftig aufrecht erhalten werden kann, ist eine Be-
grenzung des Verstellwinkels vorgesehen. Ein Hinweis
auf das Erreichen der Basis- bzw. einer Notlaufposition
in einem solchen Fall fehlt jedoch.

Aufgabe der Erfindung

[0008] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu-
grunde, einen elektrischen Nockenwellenversteller zu
schaffen, bei dem die Nockenwelle auch bei Ausfall des
Verstellmotors und/oder der Steuerung desselben in ih-
re Basisposition verstellbar ist.

Zusammenfassung der Erfindung

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die
Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Nach Ab-
bremsen bzw. Festsetzen der Verstellwelle werden
durch Drehen der Antriebswelle im niedrigen Leerlauf
des Verbrennungsmotors oder - falls dieser abgewürgt
wurde - beim Wiederstarten desselben, auch mit aus-
gefallenem Verstellmotor-System die Nockenwelle in ih-
re Basis- bzw. Notlaufposition verstellt. In dieser Stel-
lung kann das Fahrzeug gestartet und mit gewissen Ein-
schränkungen betrieben werden, so dass eine Werk-
statt erreicht werden kann. Voraussetzung ist eine pas-
sende Standgetriebeübersetzung i_0 , durch die die ge-
wünschte Getriebeart (Plus- oder Minusgetriebe)
und die Verstellrichtung (spät oder früh) bestimmt ist.

[0010] Bei der Auswahl der Verstellgetriebe kommen
Minus- oder Plusgetriebe in Frage. Minusgetriebe besit-
zen eine Standgetriebeübersetzung i_0 kleiner 0, Plus-
getriebe eine solche größer 0. Bei positiver Standgetrie-
beübersetzung i_0 haben die An- und Abtriebswelle die
gleiche Drehrichtung, bei negativer Standgetriebeüber-
setzung i_0 entgegengesetzte Drehrichtungen, bezogen
auf eine stehende Verstellwelle und die mit dieser ver-
bundenen Bauteile.

[0011] Wird bei einem Minusgetriebe die Verstellwelle
festgehalten und dreht sich die Antriebswelle im Uhrzei-
gersinn, so dreht sich die Abtriebswelle und damit die
Nockenwelle entgegen dem Uhrzeigersinn, was einer
Spätverstellung entspricht.

[0012] Wird bei einem Plusgetriebe mit einer Stand-
getriebeübersetzung $i_0 > 1$ die Verstellwelle festgehal-
ten und die Antriebswelle im Uhrzeigersinn verdreht, so
dreht sich die Abtriebswelle langsamer als die Antriebs-

welle, dass heißt, entgegen dem Uhrzeigersinn und somit in Richtung Spätverstellung.

[0013] Wird bei einem Plusgetriebe mit einer Standgetriebeübersetzung $0 < i_0 < 1$ die Verstellwelle festgehalten und dreht sich die Antriebswelle im Uhrzeigersinn, so dreht sich die Abtriebswelle schneller als die Antriebswelle, dass heißt, im Uhrzeigersinn und damit in Richtung Frühverstellung.

[0014] Diese Verhältnisse sind auf alle in Frage kommenden Verstellgetriebe anwendbar. Zusammenfassend gilt, dass bei ausgefallenem Verstellmotor zum Erreichen einer späten Basisposition das Festsetzen der Verstellwelle eines Minusgetriebes mit $i_0 < 0$ oder eines Plusgetriebes mit $i_0 > 1$ und zum Erreichen einer frühen Basisposition das Festsetzen der Verstellwelle eines Plusgetriebes mit $0 < i_0 < 1$ erforderlich sind.

[0015] Es ist von Vorteil, dass der Verstellmotor einen Permanentmagnet-Rotor mit einem passiven Selbsthaltungsmoment besitzt, das von einer Mittellage aus in beide Drehrichtungen bis zu einem Maximum ansteigt und danach wieder abfällt. Das um das gewandelte Reibmoment des Verstellgetriebes vermehrte Selbsthaltungsmoment des Verstellmotors muss nur 60% - 100% des gewandelten maximalen dynamischen, auf die Verstellwelle rückwirkenden Nockenwellendrehmoments aufweisen, da der Energieinhalt der Spitzen des Nockenwellendrehmoments gering ist und das notwendige Haltemoment mehr durch das mittlere Nockenwellenmoment bestimmt ist. Die Verwendung eines Permanentmagnet-Rotors hat gegenüber einem Permanentmagnet-Stator den Vorteil, dass der Strom nur in den zylinderkopffesten Stator geleitet werden muss.

[0016] Bei nicht ausreichendem Selbsthaltungsmoment eines Permanentmagnetverstellmotors und bei fremderregten Gleichstrommotoren ohne Selbsthaltungsmoment dient ein zusätzliches Bremsmoment zur Festlegung der Verstellwelle. Dieses wird von einer zylinderkopffesten, bevorzugt mechanischen oder Wirbelstrombremse erzeugt. Die Bremsen werden in niedrigem Leerlauf des Verbrennungsmotors automatisch betätigt und bei arbeitendem Verstellmotor automatisch gelöst. Auf diese Weise werden die Nockenwellen vor dem Abstellen des Verbrennungsmotors immer in ihre Basisposition verstellt. Sollte dies durch Abwürgen des Motors nicht möglich sein, wird es beim nächsten Anlassen nachgeholt.

[0017] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, dass die Verstellgeschwindigkeit der Nockenwelle aufgrund der gewählten Standgetriebeübersetzung i_0 bei stehenden Verstellwellen und niedriger Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors vorzugsweise zwischen 30° und 60° Nockenwinkel pro Sekunde liegt. Dabei ist es ohne Belang, ob der Verstellmotor beim Rückstellen der Nockenwelle in ihre Basisposition in eine oder zwei Drehrichtungen verstellt.

[0018] Es ist erforderlich, dass in Regelstellung der Nockenwellen die Antriebs-, Abtriebs- und Verstellwellen der Verstellgetriebe mit gleicher Drehzahl umlaufen.

Auf diese Weise besteht keine Relativbewegung zwischen der Kurbelwelle und den Nockenwellen.

[0019] Als Verstellgetriebe kommen beispielsweise bekannte Exzenter- oder Wellengetriebe (Plusgetriebe) oder Taumel- oder Doppelplanetengetriebe (Minus- oder Plusgetriebe) in Frage und die Verstellmotoren werden als übliche bürstenlose Permanentmagnetrotor-Motoren oder als bürstenbestückte fremderregte Gleichstrommotoren ausgebildet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung und der Zeichnung in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch dargestellt ist. Es zeigen:

Figur 1 ein Verstellgetriebe mit einem Verstellmotor, dessen Stator zylinderkopffest ist;

Figur 2: ein anders Verstellgetriebe mit einem anderen Verstellmotor, dessen anderer Stator mit umläuft.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0021] In den Figuren 1 und 2 sind Verstellgetriebe 1, 1' mit elektrischen Verstellmotoren 2, 2' dargestellt, die zum Verstellen der Drehwinkellage zwischen der nicht dargestellten Kurbelwelle und der Nockenwelle 3, 3' eines Verbrennungsmotors dienen.

[0022] Das Verstellgetriebe 1, 1' ist als Dreiwelenge triebe ausgebildet, mit einer Antriebswelle 4, 4', einer Abtriebswelle 5, 5' und einer Verstellwelle 6, 6'.

[0023] Die Antriebswelle 4, 4' ist mit einem Antriebsrad 7, 7' und über dieses mittels eines nicht dargestellten Zahnrades, oder Zahnriemens oder einer Zahnkette mit der Kurbelwelle fest verbunden.

[0024] Die Abtriebswelle 5, 5' steht mit der Nockenwelle 3, 3' und die Verstellwelle 6, 6' mit dem Rotor 8, 8' des Verstellmotors 2, 2' in fester Verbindung.

[0025] Der Stator 9 des Verstellmotors 2 ist mit dem Zylinderkopf 10 fest verbunden und steht still, der Stator 9' des Verstellmotors 2' ist mit dem Antriebsrad 7' fest verbunden und rotiert wie das Verstellgetriebe 1 mit halber Kurbelwellendrehzahl.

[0026] Die Nockenwelle 3, 3' besitzt eine Basis- bzw. Notlaufposition, die für einen sicheren Start und einen eingeschränkten Betrieb erreicht werden muss. Dies gelingt bei intaktem Verstellmotor 2, 2' auch nach einem Abwürgen des Verbrennungsmotors ohne Schwierigkeiten, da der Verstellmotor 2, 2' die Nockenwelle 3, 3' bei stehendem Verbrennungsmotor oder während des Wiederstarts in die Basisposition verstellt. Es muss aber auch bei ausgefallenem Verstellmotor 2, 2' ein Wiederstart möglich sein, um zumindest eine Werkstatt zu erreichen.

[0027] Die Verstellgetriebe 1, 1' und deren Standge-

triebeübersetzung i_0 sind so ausgelegt, dass durch bloßes Festsetzen der Verstellwellen 6, 6' die Nockenwellen 3, 3' beim Anlassen in ihre Basisposition gelangen und der Verbrennungsmotor damit startfähig bleibt.

[0028] Bei stillstehender Verstellwelle 6, 6' und rechtsdrehender Antriebswelle 4, 4' gilt für die Auslegung von i_0 :

[0029] Bei $i_0 < 0$ liegt ein Minusgetriebe mit Spätverstellung vor; bei $0 < i_0 < 1$ ein Plusgetriebe mit Frühverstellung und bei $i_0 > 1$ ein Plusgetriebe mit Spätverstellung.

[0030] Das Festsetzen der Verstellwelle 6 kann durch einen unbestromten Verstellmotor 2 mit Permanentmagnet-Rotor 8 oder Permanentmagnet-Stator 9 erfolgen. Der Verstellmotor 2 weist ein Selbsthaltungsmoment auf, dass von einer Mittellage aus in beide Drehrichtungen bis zu einem Maximum ansteigt und danach wieder abfällt. Das Selbsthaltungsmoment ist das maximale Drehmoment, mit dem man einen nicht erregten Verstellmotor statisch belasten kann, ohne eine ungleichförmige aber kontinuierliche Drehung hervorzurufen.

[0031] Das Selbsthaltungsmoment wird durch das gewandelte Reibmoment des Verstellgetriebes 1 zum Rastmoment verstärkt, das zwischen 60% und 100% des gewandelten maximalen, dynamischen Nockenwellenmomentes bei niedriger Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors liegen soll.

[0032] Reicht das Rastmoment des unbestromten Verstellmotors 2 zum Festsetzen der Verstellwelle nicht aus, wird durch eine zylinderkopffeste, mechanisch oder elektrisch wirkende Bremse 11 zusätzlich ein externes Bremsmoment aufgebracht. Dieses wirkt gleich dem Rastmoment in beide Drehrichtungen der Verstellwelle 6.

[0033] Nach einem Abwürgen des Verbrennungsmotors oder nach Ausfall des Verstellmotors 2 kann sich die Nockenwelle 3 in einer undefinierten Position befinden. Durch das Festsetzen bzw. Festbremsen der Verstellwelle 6 wird die Nockenwelle 3 beim darauffolgenden Anlassen durch die von dem Anlasser verursachte Drehbewegung der Antriebswelle 4 in ihre Basisposition verstellt, so dass ein Starten möglich ist.

[0034] Da der Stator 9' des Verstellmotors 2' (siehe Figur 2) mit dessen Rotor 8' mitrotiert, ist ein Festsetzen der Verstellwelle 6' durch ein zwischen Stator 9' und Rotor 8' wirksames Selbsthaltungsmoment nicht möglich. In diesem Fall kann die Verstellwelle 6' nur durch eine zylinderkopffeste, mechanische oder elektrische Bremse 11' festgebremst werden. Mit derselben ist nach einem Abwürgen des Verbrennungsmotors oder bei Ausfall des Verstellmotors 2' spätestens beim nächsten Motoranlassen ein Verstellen der Nockenwelle 3' in ihre Basisposition und damit auch ein Motorstart ermöglicht.

[0035] Wenn die Verstellmotoren 2, 2' hohe Temperaturen aufweisen, dient das mechanische oder elektrische Festbremsen der Verstellwellen 6, 6' auch zur thermischen Entlastung der Verstellmotoren 2, 2'.

Bezugszeichenliste

[0036]

5	1	Verstellgetriebe
	1'	Verstellgetriebe
	2	elektrischer Verstellmotor
	2'	elektrischer Verstellmotor
	3	Nockenwelle
10	3'	Nockenwelle
	4	Antriebswelle
	4'	Antriebswelle
	5	Abtriebswelle
	5'	Abtriebswelle
15	6	Verstellwelle
	6'	Verstellwelle
	7	Antriebsrad
	7'	Antriebsrad
	8	Rotor
20	8'	Rotor
	9	Stator
	9'	Stator
	10	Zylinderkopf
	10'	Zylinderkopf
25	11	zylinderkopffeste Bremse
	11'	zylinderkopffeste Bremse

Patentansprüche

- 30
1. Vorrichtung zum lösbaren Verbinden und Verstellen der Nockenwelle (3, 3') und der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors, mit einem als Dreiwelenge triebe ausgebildeten Verstellgetriebe (1, 1'), dass eine kurbelwellenverbundene Antriebswelle (4, 4'), eine nockenwellenverbundene Abtriebswelle (5, 5') und eine mit einem elektrischen Verstellmotor (2, 2') verbundene Verstellwelle (6, 6') aufweist, wobei in der Regelstellung der Nockenwelle (3, 3') die Antriebs-, Abtriebs- und Verstellwelle (4, 4'; 5, 5'; 6, 6') des Verstellgetriebes (1, 1') mit gleicher Drehzahl umlaufen und, wobei zwischen Antriebs- und Abtriebswelle (4, 4'; 5, 5') bei stillstehender Verstellwelle (6, 6') eine Standgetriebeübersetzung i_0 vorliegt, deren Höhe die Getriebegattung (Minus- oder Plusgetriebe) und die Verstellrichtung der Nockenwelle (3, 3') bestimmt, die eine Notlaufposition besitzt, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Ausfall des Verstellmotors (2, 2') und/oder seiner Steuerung durch Abbremsen der Verstellwelle (6, 6') und durch Drehen der Antriebswelle (4, 4') sowie durch eine geeignete Standgetriebeübersetzung i_0 die Notlaufposition der Nockenwelle (3, 3') erreichbar sind.
- 35
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine Spätverstellung der Nockenwelle (3, 3') ein Minusgetriebe mit $i_0 < 0$ oder ein
- 40
- 45
- 50
- 55

Plusgetriebe mit $i_0 > 1$ und für eine Frühverstellung der Nockenwelle (3, 3') ein Plusgetriebe mit $0 < i_0 < 1$ geeignet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum stromfreien Festsetzen der Verstellwelle (6) das Selbsthaltemoment eines Verstellmotors (2) geeignet ist, der einen Rotor (8) und einen zylinderkopffesten Stator aufweist, wobei vorzugsweise der Rotor (8) mit Permanentmagneten ausgerüstet ist. 5
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch entsprechendes Auslegen des Verstellmotors (2) und durch Vermehren seines Selbsthaltemoments um das gewandelte Reibmoment des Verstellgetriebes (1) vorzugsweise 60% bis 100% des gewandelten, maximalen, dynamischen, auf die Verstellwelle (6) rückwirkenden Nockenwellendrehmoments zumindest beim Start und bei niedrigem Leerlauf des Verbrennungsmotors erreichbar sind. 10
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei nicht ausreichendem oder bei nicht vorhandenem Selbsthaltemoment des Verstellmotors (2, 2') das oben genannte Abbremsen durch eine externe Bremsmoment einer zylinderkopffesten, mechanischen oder elektrischen Bremse (11, 11') vorgesehen ist. 15
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bremsen (11, 11') im niedrigen Leerlauf des Verbrennungsmotors automatisch betätigt und bei arbeitenden Verstellmotoren (2, 2') automatisch gelöst sind. 20
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstellgeschwindigkeit der Nockenwelle (3, 3') aufgrund der gewählten Standgetriebeübersetzungen i_0 bei stehender Verstellwelle (6, 6') und niedriger Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors vorzugsweise zwischen 30° und 60° Nockenwinkel pro Sekunde liegt. 25
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rückstellung der Nockenwelle (3, 3') in ihre Notlaufposition unabhängig von der Drehrichtung des Verstellmotors (2, 2') erfolgt. 30
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstellgetriebe (1, 1') beispielsweise als Exzenter- oder Wellengetriebe (Plusgetriebe) oder als Taumel- oder Doppelplanetengetriebe (Minus- oder Plusgetriebe) und der Verstellmotor (1, 1') als bürstenloser oder bürstenbestückter Gleichstrommotor ausgebildet sind. 35

Claims

1. Device for the releasable connection and adjustment of the camshaft (3, 3') and the crankshaft of an internal combustion engine, having an adjusting mechanism (1, 1') in the form of a triple gearing, which has a drive shaft (4, 4') connected to the crankshaft, an output shaft (5, 5') connected to the camshaft and an adjusting shaft (6, 6') connected to an electric servomotor (2, 2'), the drive shaft (4, 4') the output shaft (5,5') and the adjusting shaft (6, 6') of the adjusting mechanism (1, 1') rotating at the same speed in the regular position of the camshaft (3, 3'), and a gearing transmission ratio i_0 , the level of which determines the type of gearing (negative or positive gearing) and the adjustment direction of the camshaft (3, 3'), which has an emergency running position, being situated between the drive shaft (4, 4') and the output shaft (5, 5') when the adjusting shaft (6, 6') is stationary, **characterized in that** the emergency running position of the camshaft (3, 3') can be attained by braking of the adjusting shaft (6, 6') and by rotation of the drive shaft (4, 4'), together with a suitable gearing transmission ratio i_0 , should the servomotor (2, 2') and/or its control fail. 40
2. Device according to Claim 1, **characterized in that** a negative gearing of $i_0 < 0$ or a positive gearing of $i_0 > 1$ are suitable for retarding the camshaft (3, 3') and a positive gearing of $0 < i_0 < 1$ for advancing the camshaft (3, 3').
3. Device according to Claim 2, **characterized in that** the self-locking torque of a servomotor (2), which has a rotor (8) and a stator fixed to the cylinder head, the rotor (8) preferably being equipped with permanent magnets, is suitable for non-energized arresting of the adjusting shaft (6).
4. Device according to Claim 3, **characterized in that** 60% to 100% of the converted, maximum dynamic torque of the camshaft fed back to the adjusting shaft (6) can be achieved, at least in starting and at low idling speed of the internal combustion engine, through a corresponding design of the servomotor (2) and by increasing its self-locking torque by the converted moment of friction of the adjusting mechanism (1). 45
5. Device according to Claim 4, **characterized in that** provision is made for the aforementioned braking by an external braking moment of a mechanical or electrical brake (11, 11') fixed to the cylinder head in the absence of sufficient self-locking torque from the servomotor (2, 2'). 50
6. Device according to Claim 5, **characterized in that** the brakes (11, 11') are automatically actuated at 55

low idling speed of the internal combustion engine and are automatically released when the servomotors (2, 2') are operating.

7. Device according to Claim 6, **characterized in that** the rate of adjustment of the camshaft (3, 3') on the basis of the selected gearing transmission ratios i_0 with the adjusting shaft (6, 6') stationary and the internal combustion engine running at idling speed is preferably between 30° and 60° camshaft angle per second.
8. Device according to Claim 7, **characterized in that** the camshaft (3, 3') is returned to its emergency running position irrespective of the direction of rotation of the servomotor (2, 2').
9. Device according to Claim 8, **characterized in that** the adjusting mechanism (1, 1') takes the form, for example, of an eccentric mechanism or shaft mechanism (positive gearing) or a swashplate mechanism or double planetary gear mechanism (negative or positive gearing), and the servomotor (2, 2') takes the form of a brushless or brush direct current motor.

Revendications

1. Dispositif pour relier de manière amovible et régler l'arbre à cames (3, 3') et le vilebrequin d'un moteur à combustion interne, comportant un mécanisme de réglage (1, 1') conformé en tant qu'engrenage à trois arbres, lequel présente un arbre d'entraînement (4, 4') relié au vilebrequin, un arbre mené (5, 5') relié à l'arbre à cames (3, 3') et un arbre de réglage (6, 6') relié à un moteur de réglage (2, 2') électrique, l'arbre d'entraînement (4, 4'), l'arbre mené (5, 5') et l'arbre de réglage (6, 6') du mécanisme de réglage (1, 1') tournant à la même vitesse dans la position de réglage de l'arbre à cames (3, 3') et un rapport d'engrenage i_0 , dont la grandeur détermine le type d'engrenage (engrenage négatif ou engrenage positif) et le sens de réglage de l'arbre à cames (3, 3'), lequel possède une position de fonctionnement d'urgence, existant entre l'arbre d'entraînement (4, 4') et l'arbre mené (5, 5') lorsque l'arbre de réglage (6, 6') est à l'arrêt, **caractérisé en ce qu'en cas de panne du moteur de réglage (2, 2') et/ou de sa commande, la position de fonctionnement d'urgence de l'arbre à cames (3, 3') peut être atteinte par freinage de l'arbre de réglage (6, 6') et par rotation de l'arbre d'entraînement (4, 4') ainsi que par un rapport d'engrenage i_0 approprié.**
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un engrenage négatif à $i_0 < 0$ ou un engrenage positif à $i_0 > 1$ est approprié pour un réglage**

du retard de l'arbre à cames (3, 3') et **en ce qu'un engrenage positif à $0 < i_0 < 1$ est approprié pour un réglage de l'avance de l'arbre à cames (3, 3').**

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le moment d'auto-maintien d'un moteur de réglage (2), lequel présente un rotor (8) et un stator (9) rigide à la culasse, de préférence le rotor (8) étant équipé d'aimants permanents, est approprié pour immobiliser sans courant l'arbre de réglage (6).
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** de préférence 60% à 100% du moment de rotation dynamique maximum hélicoïdal de l'arbre à cames agissant en retour sur l'arbre de réglage (6) peuvent être atteints au moins lors de la mise en marche et lors du fonctionnement à bas régime du moteur à combustion interne, par un dimensionnement correspondant du moteur de réglage (2) et par une augmentation de son moment d'auto-maintien du moment de frottement hélicoïdal du mécanisme de réglage (1).
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'en cas de moment d'auto-maintien insuffisant du moteur de réglage (2, 2') ou en l'absence de moment d'auto-maintien, le freinage mentionné ci-dessus est fourni par un moment de freinage externe d'un frein (11, 11') mécanique ou électrique rigide à la culasse.**
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les freins (11, 11') sont actionnés automatiquement lors du fonctionnement à bas régime du moteur à combustion interne et relâchés automatiquement lors du fonctionnement des moteurs de réglage (2, 2').
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** sur base du rapport d'engrenage i_0 choisi, la vitesse de réglage de l'arbre à cames (3, 3') est de préférence entre 30° et 60° d'angle de came par seconde lorsque l'arbre de réglage (6, 6') est à l'arrêt et lors du fonctionnement à bas régime du moteur à combustion interne.
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le rappel de l'arbre à cames (3, 3') dans sa position de fonctionnement d'urgence a lieu indépendamment du sens de rotation du moteur de réglage (2, 2').
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le mécanisme de réglage (1, 1') est conformé par exemple en tant que mécanisme à excentriques ou à arbres (engrenage positif) ou en tant que mécanisme à plateaux oscillants ou à planétaires dou-

bles (engrenage négatif ou positif) et le moteur de réglage (1, 1') en tant que moteur sans balais ou en tant que moteur à courant continu équipé de balais.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

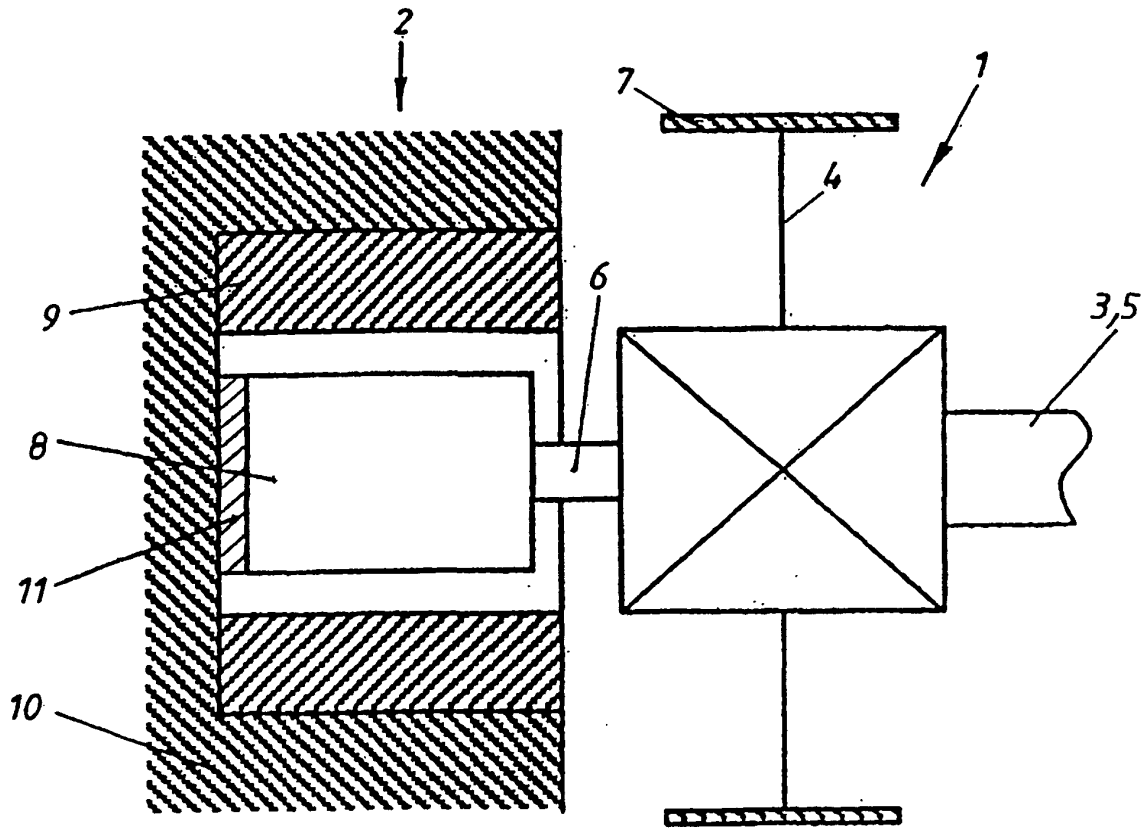


Fig. 1

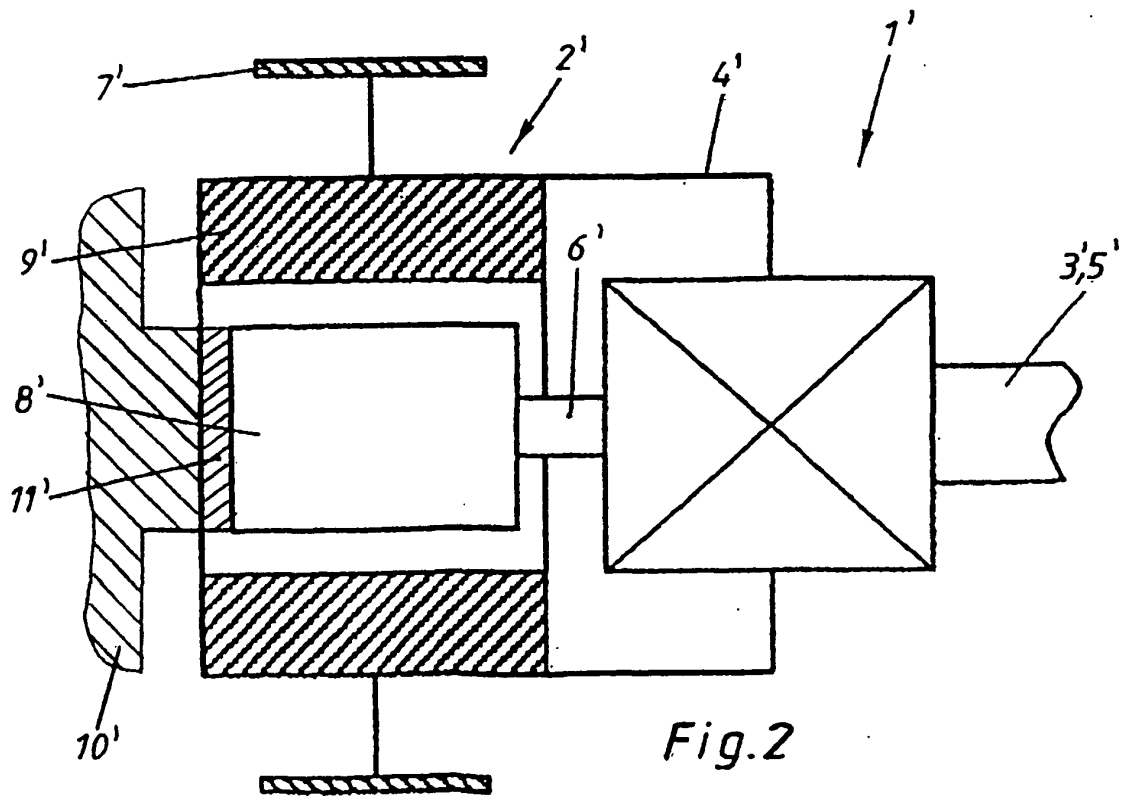


Fig. 2