



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680050054.2

[43] 公开日 2009年1月21日

[11] 公开号 CN 101351957A

[22] 申请日 2006.11.17

[21] 申请号 200680050054.2

[30] 优先权

[32] 2005.12.29 [33] DE [31] 102005062864.8

[86] 国际申请 PCT/EP2006/068596 2006.11.17

[87] 国际公布 WO2007/080022 德 2007.7.19

[85] 进入国家阶段日期 2008.6.30

[71] 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 K·登格勒 R·韦尔特 B·克勒

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
代理人 侯鸣慧

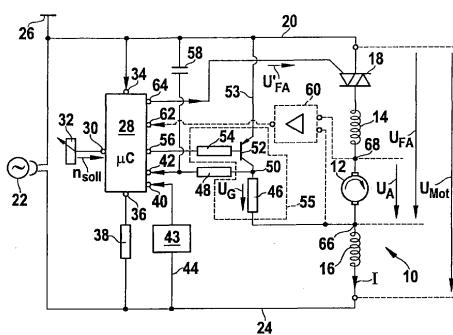
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## [54] 发明名称

用于整流子串励电机的转速调节的方法和电  
路装置

## [57] 摘要

本发明涉及用于整流子串励电机、特别是通用电机的转速调节的方法和电路装置，该电机由一交流电压源(22)通过一与电枢绕组(12)和磁场绕组(14, 16)串联的、由一控制单元(28)根据转速给定值控制的半导体开关元件(18)供电。作为输入信号，控制单元(28)一方面得到相应于电机(10)通电时的总电压降( $U_{Mot}$ )一个信号，另一方面得到相应于仅电枢(12)上的或者电枢(12)上和磁场绕组(14, 16)的一部分(14)上的电压降( $U_A$ ,  $U_{FA}$ )的、用于电机电流(I)的量值的代用信号。控制单元(28)的输入信号与存储在那里的电机典型的、励磁场(14)上和/或电枢(12)上的电压特性曲线相比，根据偏差形成用于半导体开关元件的控制信号。



1. 用于整流子串励电机、特别是通用电机的转速调节的方法，该电机由一交流电压源通过一与电枢绕组和磁场绕组串联连接的、由一控制单元根据转速给定值控制的半导体开关元件供给电流，其特征为，作为输入信号，一方面将一个相应于通电流（I）时电机（10）上的总电压降（ $U_{Mot}$ ）的信号输入给控制单元（28），另一方面将一个相应于仅电枢（12）上的或者电枢（12）上和磁场绕组（14，16）的一部分（14）上的电压降（ $U_A$ ， $U_{FA}$ ）的、用于电机电流（I）的量值的代用信号输入给控制单元（28），在控制单元（28）中将这些信号与存储在那里的、电机典型的、励磁场（14）上和/或电枢（12）上的电压的特性曲线（ $U_A$ ， $U_{FA}=f(I, U_{Mot})$ ）相比较，根据偏差（ $\Delta U_A$ ； $\Delta U_{FA}$ ）形成用于半导体开关元件（18）的控制信号。
2. 按照权利要求1所述的方法，其特征为，控制单元（28）除电机总电压（ $U_{Mot}$ ）信号外附近得到一个相应于电枢（12）上和两个优选相同的磁场绕组部分（14，16）中的一个（14）上的电压降的总和（ $U_{FA}$ ）的信号。
3. 按照权利要求1所述的方法，其特征为，作为用于电机电流（I）的量值的代用信号，给控制单元（28）输入一个在差分放大器（60）放大的、相应于电枢电压（ $U_A$ ）量值的信号。
4. 按照前面权利要求之一所述的方法，其特征为，给测量电压（ $U_{FA}$ ， $U_A$ ）叠加一个反向的直流电压（ $U_G$ ）。
5. 按照权利要求4所述的方法，其特征为，给测量电压（ $U_{FA}$ ， $U_A$ ）叠加的直流电压（ $U_G$ ）的量值可相应于测量电压（ $U_{FA}$ ， $U_A$ ）变化而变化。
6. 按照权利要求4或5所述的方法，其特征为，给测量电压（ $U_{FA}$ ， $U_A$ ）叠加的直流电压（ $U_G$ ）的量值可通过控制单元（28）本身变化。

7. 用于整流子串励电机、特别是通用电机的转速调节的电路装置，特别是用于实施按照权利要求 1 至 6 之一所述的方法，该电机由一交流电压源通过一与电枢绕组和磁场绕组串联连接的、由一控制单元根据转速给定值控制的半导体开关元件供给电流，其特征为，控制单元（28）以第一输入端（34）连接到该交流电压源（22）的与接地端（26）连接的连接导线（20）上，以第二输入端（40）通过一用于处理测量值的电路（43）连接到该交流电压源（22）的第二连接导线（24）上，以第三输入端（42）连接到电枢（12）的背离接地端（26）的端子（66）连接。

8. 按照权利要求 7 所述的电路装置，其特征为，控制单元（28）的第三输入端（42）通过一个与测量电压（ $U_{FA}$ ）相反极性的辅助电压源（ $U_G$ ）与电枢（12）上的端子（66）连接。

9. 按照权利要求 8 所述的电路装置，其特征为，辅助电压源（ $U_G$ ）构造为受控制的直流电源（46, 52, 54）。

10. 按照权利要求 9 所述的电路装置，其特征为，辅助电压源（ $U_G$ ）具有一个通过控制单元（28）的另一端子（56）相应于电机电压（ $U_{Mot}$ ）变化来控制的晶体管（52），该晶体管的负载段通过一个串联电阻（46）布置在与接地端（26）连接的交流电压源（22）连接导线（20）和背离该连接导线的电枢（12）端子（66）之间。

11. 用于整流子串励电机、特别是通用电机的转速调节的电路装置，特别是用于实施按照权利要求 1 至 6 之一所述的方法，该电机由一交流电压源通过一与电枢绕组和磁场绕组串联连接的、由一控制单元根据转速给定值控制的半导体开关元件供给电流，其特征为，控制单元（28）用第一输入端（34）连接到交流电压源（22）的与接地端（26）连接的连接导线（20）上，以第二输入端（40）连接到交流电压源（22）的第二连接导线（24）上，以另一输入端（62）连接到差分放大器（60）的输出端上，该差分放大器的输入端与电枢（12）的端子（66, 68）连接。

## 用于整流子串励电机的转速调节的方法和电路装置

### 技术领域

本发明涉及按照独立权利要求1和8种类所述的用于整流子串励电机、特别是通用电机的转速调节的方法和电路装置。

### 背景技术

这种电路装置在原理上是已知的，在这里，在所谓 UI-调节范围内作为用于控制电机的输入参数感测施加的电机电压和通过一个安置在负载电路内的分流器感测电机电流。例如在 DE 34 22 458 C2 中已经介绍了这种转速调节，它示出了装有一个作为开关元件的三端双向可控硅开关和一个作为通用电机主电路中的电流测量元件的低欧姆电阻的电路装置。原则上说，这种电路装置的工作是令人满意的，然而该电路装置成本比较高，一方面是由于低欧姆的精密电阻，另一方面是由于比较贵的用于提供和处理电机电流测量信号的电路装置。

### 发明内容

本发明的任务是，给出一种用于调节整流子串励电机的方法和电路装置，该调节允许以低的电路花费精确且价格便宜地调节电机转速。这通过独立权利要求特征部分的特征达到，其中，不再需要感测电机电流作为控制单元用的输入参数。取而代之，将与电机电流  $I$  具有已知关系的电枢电压降  $U_A$  或者优选将更容易感测的、电枢绕组上的和磁场绕组的一部分上的电压降  $U_{FA}$  用作电机转速调节时的另外的控制参数。这些电压降的变化则可以代替与电机负载相关地产生的电流变化作为调节参数供电路装置的控制单元用。取消了直接感测电机电流的必要性。

证实有利的是，在通用电机结构对称的情况下，除了电机总电压信号外，控制单元还得到一个相当于电枢上的和两个相同的磁场绕组部分中的一个上的电压降的总和的信号。该总和电压可以毫无困难地在电机上量取，

特别是当同时感测电机的半导体开关元件上的已知的并且基本恒定的电压降时，这样，具有固定参考电势的测量点直接位于通向交流电压源的、与接地端连接的馈导线上。符合目的地，包括电机半导体开关元件上的电压降在内下，电机上的总电压降也直接在通往交流电压源的馈导线上量取。

感测用于整流子串励电机的转速调节的电压值也可以替换地这样进行：除了电机总电压独自作为电机电流值的代用信号外附加求出电枢上的电压降。然而因为该电压降没有固定的参考电势，所以测量信号必须在一差分放大器中处理。

为了提高在感测感兴趣的测量电压变化时的测量精度，符合目的的是，在电机上的总电压降没有不变的电压分量的情况下确定所述测量电压变化。这以特别简单和有利的方式通过此达到：特别是给由电枢上的和磁场绕组的一部分上的电压降的总和构成的测量电压  $U_{FA}$  叠加一个向反的直流电压 ( $U_G$ )，该直流电压至少部分地补偿该不变的电压分量。在最简单的情况下这可以通过此发生：给测量电压叠加一个恒定直流电压，例如通过在测量电路中接入一个齐纳二极管。通过此，在齐纳二极管上下降的、与测量电压反向的、恒定的直流电压的量不被计入输入给控制单元的测量电压中，使得感兴趣的变化的测量电压分量变大。叠加给测量电压的直流电压的大小相应于所感测的电机电压变化地构成，通过此明显改善电压补偿。这可以在电路技术上以简单的方式通过一个电流源来实现，其方式是，通过控制单元的一个端口根据所施加的电机电压来控制一个在测量电路中与测量电阻串联的晶体管。这在最简单的情况下是一个双极的晶体管，它用其发射极连接到交流电压源的与电路装置接地端连接的连接导线上，用其集电极通过测量电阻与电枢的背离电路装置接地的端子连接。因此，给测量电压叠加的直流电压的大小可通过控制单元本身以特别合理的方式这样改变：使得只有测量电压变化还可在晶体管集电极上看到。

由从属权利要求和实施例说明中可知道按照本发明方法和用于实施本方法的电路装置的其他细节和构造。

## 附图说明

在附图中示出：

图 1 用于整流子串励电机的转速调节的按照本发明的电路装置，该

转速调节不用电流测量元件只通过感测合适的测量电压就可实现，

图 2 用相应于电机上的不同的总电压降的特性曲线族描述可在电枢上和磁场绕组的一部分上感测的、作为电机电流 I 的函数的测量电压  $U_{FA}$ ，

图 3 对电机的与电枢上和磁场绕组的一部分上的电压降  $U_{FA}$  相关的、在不同的转矩或者负载力矩  $M_0$  至  $M_n$  时的不同的转速特性曲线族的描述。

### 具体实施方式

在图 1 中用 10 标记一个通用电机，它具有电枢 12 和两个相同的磁场半绕组 14 和 16。电机 10 通过一个呈三端双向可控硅开关 18 构型的半导体开关元件以及通过导线 20 与交流电压源 22 的一个端子连接。电机 10 通过导线 24 在交流电压源 22 的另一个极上与其另一个端子连接。另外，馈导线 20 与作为电路装置参考电势的接地端 26 连接。

通过微控制器 28 形式的控制单元来控制电机 10，该微控制器通过一个输入端 30 和一个作为电势计 32 示出的调节装置得到转速输入信号  $n_{soll}$ 。微控制器 28 的一个输入端 34 与导线 20 连接，为了电网同步，微控制器的另一个端子 36 通过一个例如  $1M\Omega$  的串联电阻与通向交流电压源 22 的馈导线 24 连接。在图中没有示出对微控制器 28 的直流电压供给，它以公知的方式由一个例如 5V 的稳压电源进行。

作为用于电机 10 的转速调节的控制参数，一方面，电机上的总电压降  $U_{Mot}$  供微控制器 28 使用，另一方面，由电枢 12、磁场半绕组 14 和三端双向可控硅开关 18 组成的串联电路上的电压降  $U_{FA}$  或者可选择电枢 12 上的电压降  $U_A$  作为电机电流 I 的量值的代用信号供微控制器 28 使用。在感测总电压降  $U_{Mot}$  以及在感测测量电压  $U_{FA}$  时，三端双向可控硅开关 18 上的大约 2V 的基本恒定的电压降也被一起包括在内，因为在导线 20 上的电机 10 的外端子比较容易被接触到。三端双向可控硅开关 18 上的电压降对于测定转速来说是不引起注意的。

微控制器 28 一方面通过输入端 34、另一方面通过输入端 40 和 42 得到测量电压  $U_{Mot}$  和  $U_{FA}$ 。在这里，磁场绕组 16 的外端通过导线 24、一个合适的测量电路或者测量值处理装置 43 和导线 44 与微控制器 28 的输入端 40 连接，用于感测总电压降  $U_{Mot}$ 。在电枢 12 上和磁场半绕组 14 上的电压降  $U_{FA}$  通过电阻 46 和 48 从电枢绕组 12 的端子 66 到达微控制器 28 的输入端

42。在这里，电阻 46 和 48 之间的连接点 50 通过晶体管 52 的集电极发射极段以及通过导线 53 与导线 20 连接。晶体管 52 的基极通过一个串联电阻 54 与微控制器 28 的一个端口 56 连接。附加地，在导线 20 和微控制器 28 输入端 42 之间连接一个电容器 58，用于使测量信号平滑。

替换感测测量电压  $U_{FA}$ ，也可以感测电机 10 的电枢 12 上的电压  $U_A$  作为用于电机电流  $I$  的量值的代用信号，如在图 1 中用虚线示出的那样。在这里，在电枢绕组上的电压  $U_A$  输入差分放大器 60 的输入端，该差分放大器的输出端处于微控制器 28 的输入端 62 上。通过微控制器 28 的输出端 64 控制三端双向可控硅开关 18。

按照本发明的方法和所建议的电路装置如下工作：

在连接交流电压源 22 和在电势计 32 上预给定转速给定值  $n_{solI}$  后，三端双向可控硅开关 18 通过微控制器 28 被转换到导通状态，电机电流  $I$  流过电枢 12 的绕组和两个磁场半绕组 14 和 16。电机 10 上的总电压降  $U_{MOT}$  包括三端双向可控硅开关 18 上的电压降通过输入端 34 和 40 到达微控制器 28。此外，在输入端 34 和 42 之间有一个相当于电压  $U_{FA}$  的电压信号，该电压在电枢 12、磁场半绕组 14 和三端双向可控硅开关 18 上下降，降低量为电阻 46 和 48 上的电压降。微控制器 28 的端口 56 上的电压可相应于总电压降  $U_{FA}$  变化。该电势低于馈导线 20 上的电势，以致通过晶体管 52 的发射极和基极形成一个控制电流，它引起一个经过晶体管 52 的发射极-集电极段和经过电阻 46 的电流。通过该电流在电阻 46 上产生的直流电压降  $U_G$  与在为控制而感测的交流电压 22 半波中的测量电压  $U_{FA}$  反向，并且在电阻 46 和 48 大小合适的情况下使测量电压  $U_{FA}$  降低，降低量为其不变的分量（补偿），降低到实际在电枢 12 上和磁场半绕组 14 下降的、与电机电流  $I$  成比例的分量  $U_{FA}'$ 。借助于图 2 和 3 详细解释电压变化和电压大小与电机电流  $I$  的关系。

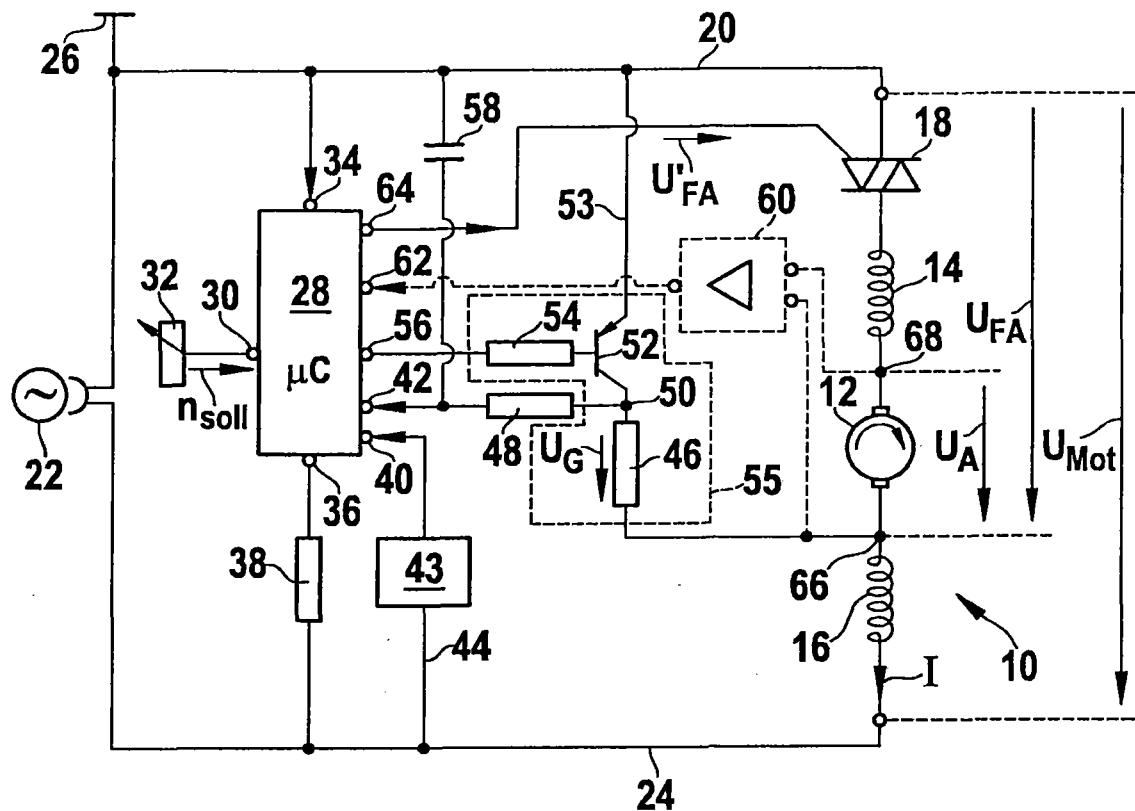
布置在微控制器 28 的端子 42 和交流电压源 22 的馈导线 20 之间的电容器 58 平滑过滤测量电压信号并抑制干扰电压峰值。在这里，在通过电容器 58 对测量电压积分之后得到一个降低了值  $U_G$ （补偿）的测量电压  $U_{FA}'$ ，在微控制器 28 的电压水平上，即在最大约 5V 的电压范围内。测量电压  $U_{FA}'$  相应于通过三端双向可控硅开关 18 控制的平均电机电流，从而相应于平均的内部电机扭矩。 $U_{FA}$  的相对高的、不变化的、在使用 220V 交流电压源时

在 200V 数量级的分量与电枢 12 和磁场半绕组 14 上的明显较低的、在 20-40V 数量级的电压降  $U_{FA}$  之间的不利的比例通过减去相应于该补偿变化的、电阻 46 上的直流电压  $U_G$  降低到测量电压  $U_{FA}$  的实际要感测的分量  $U_{FA}'$ 。用虚线框出的由晶体管 52 以及电阻 46 和 54 组成的结构单元 55 使直流电压  $U_G$  的大小可以借助通过微控制器 28 控制晶体管 52 来自动校正。结构单元 55 作为电流源工作，其中电流大小通过微控制器 28 相应于总测量电压  $U_{FA}$  包括补偿来跟踪控制。在电阻 46 上的电压降  $U_G$  相当于该补偿。

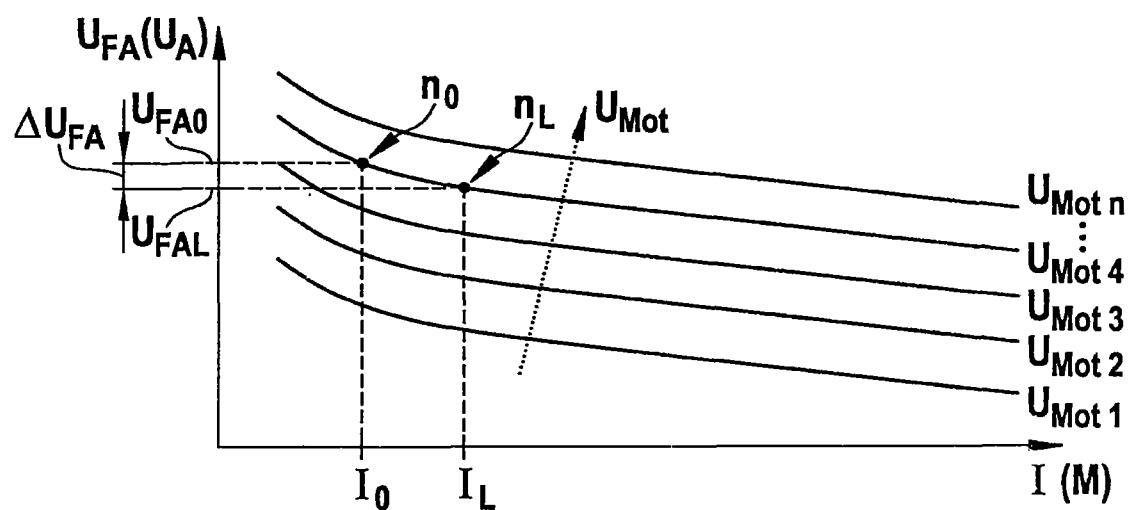
图 2 示出与电机电流  $I$  相关、从而也与电机 10 能输出的扭矩  $M$  相关的测量电压降  $U_{FA}$  的变化曲线。这些不同的、基本上平行延伸的测量电压  $U_{FA}$  特性曲线构成一个相应于在电机 10 上总共感测到的测量电压  $U_{MOT}$  的曲线组，其中，随着电流  $I$  上升分别下降的测量电压  $U_{FA}$  确定随着电机电压  $U_{MO}$  增大而位置更高的特性曲线。在电机负载变化时出现的电流  $I$  决定了在总电压降  $U_{MOT}$  恒定情况下各个测量电压  $U_{FA}$  的变化曲线。即，在没有补偿调节的情况下，例如在电机电压为  $U_{MOT4}$  时由测量电压  $U_{FA0}$  得出空转电流  $I_0$ ，由测量电压  $U_{FAL}$  得出满负载电流  $I_L$ 。从按照图 3 的曲线组中可得知空转时的相应转速  $n_0$  和满负载时的转速  $n_L$ 。该曲线组对于恒定电机电压  $U_{MOT4}$  时的测量电压  $U_{FA0}$  和  $U_{FAL}$  由与负载特性曲线  $M_L$  和  $M_0$  或者说  $I_L$  和  $I_0$  的交点提供空转时的转速  $n_0$  和满负载时的转速  $n_L$ 。给出定转速  $n_{soll}$  出发可以根据该特性曲线族确定取决于负载的转速降低并且根据所产生的电压差  $\Delta U_{FA}$  来识别必要的电机电压提高，为了遵守预订转速  $n_{soll}$  需要该提高。

在图 1 中用虚线标明的、具有差分放大器 60 的电路方案形成一种可能性：代替电压降  $U_{FA}$  直接感测电枢绕组端子上的电压降  $U_A$  并且作为控制参数代替电机电流  $I$  输入给微控制器 28。然而在这里附加需要一个差分放大器 60，因为没有参考电势可供使用。图 2 和 3 中的测量曲线图原则上也适用于该电路。在两个电路方案中，即当只在电枢上测量电压感测  $U_A$  时以及当在电枢绕组和磁场半绕组 14 上感测测量电压  $U_{FA}$  时，测量和调节都分别只以交流电压源 22 的一个半波为基础。在这里，在所示出的在导线 20 上具有内部接地端 26 的电路装置中，涉及负半波。

图 2 和 3 的特性曲线存储在微控制器 28 内。三端双向可控硅开关 18 通过微控制器 28 的调节则分别相应于所测量的特性曲线上两点之间电压差  $\Delta U_{FA}$  进行，这些特性曲线相应于所测量的电机电压  $U_{MOT}$ 。



冬 1



冬 2

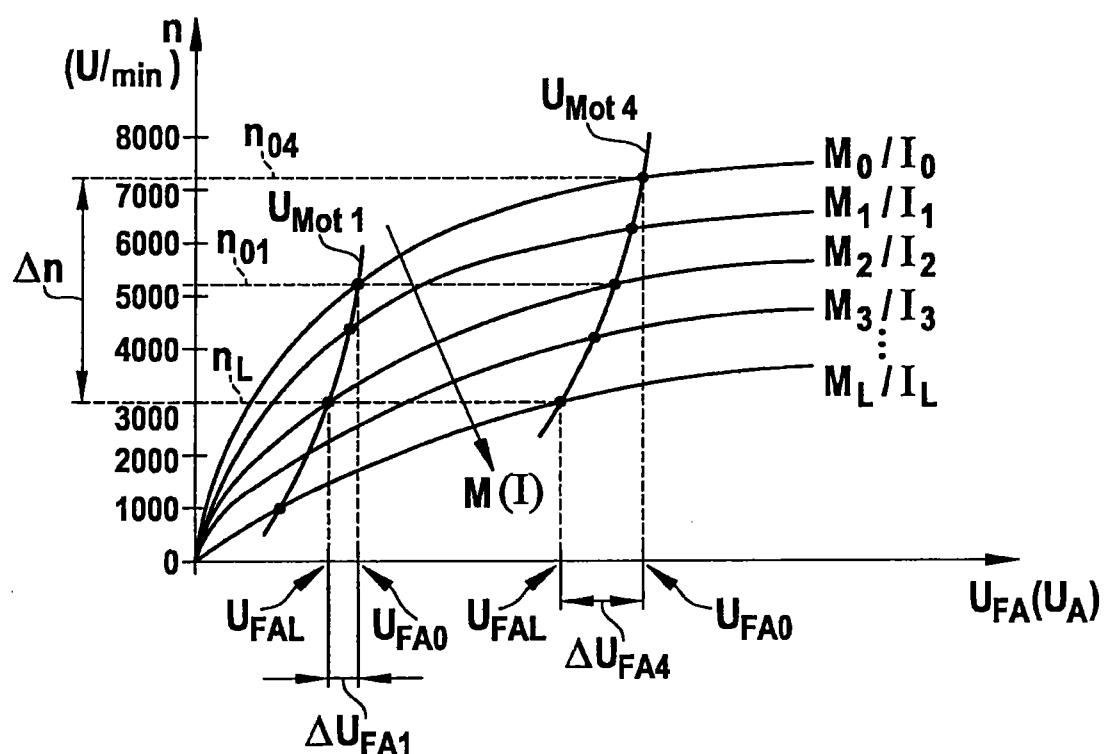


图 3