



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98125534.5

[45] 授权公告日 2004 年 11 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1174906C

[22] 申请日 1998.12.21 [21] 申请号 98125534.5

[30] 优先权

[32] 1997.12.22 [33] US [31] 08/996263

[71] 专利权人 奥蒂斯电梯公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 R·S·科尔拜 A·韦基奥帝

N·格雷纳

审查员 李 博

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

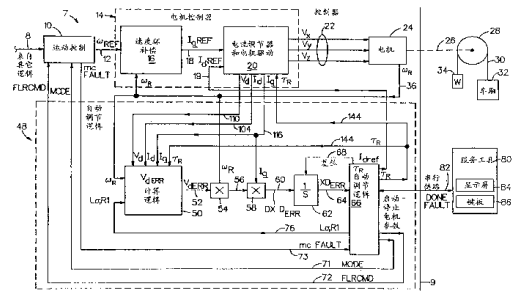
代理人 邹光新 王忠忠

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 6 页

[54] 发明名称 场定向电梯电机驱动中转子时间常数的自动微调

[57] 摘要

电梯控制器(7)带有逻辑(48),该逻辑在上下运行电梯的同时,计算该上下运行的符号调节的误差信号 DXD_{ERR} 的平均值,同时改变 τ_R 并在预定的误差范围内,确定上下运行的 DXD_{ERR} 平均值为零时的 τ_R 值,自动计算场定向电流调节器/电机驱动(20)的电机时间常数(τ_R)。或者,可以利用单次电梯运行而不是计算 DXD_{ERR} 的平均值,确定在预定的误差范围内 DXD_{ERR} 等于 0 时的 τ_R 值。



- 1、 一种计算由场定向控制器操纵的电梯电机的转子时间常数 (τ_R) 的方法, 包括这些步骤:
- a) 将 τ_R 设为初始值;
 - 5 b) 在第一方向上运行电梯;
 - c) 如下计算电梯运行期间的误差信号 (V_{dERR}):

$$V_{dERR} = V_d - R_1 I_d + (\omega_R + I_q / (I_d \tau_R)) L \sigma I_q$$
 其中:
 $I_d = d$ 轴电流
 $I_q = q$ 轴电流
 $V_q = q$ 轴电压
 $\omega_R =$ 电机速度
 $R_1 =$ 电机静子电阻
 $L\sigma =$ 电机瞬态电感
 - 10 d) 如下计算电梯运行期间的符号调节的误差信号 (DXD_{ERR}):
 $DXD_{ERR} = V_{dERR} \times (I_q \text{ 的符号}) \times (\omega_R \text{ 的符号});$ 以及
 - e) 改变 τ_R , 执行步骤 (b) - (d), 确定在预定的误差范围内 DXD_{ERR}
 20 等于 0 时 τ_R 的值。
- 2、 根据权利要求 1 的方法, 其中改变步骤 (e) 包括:
- f) 改变 τ_R , 直到 DXD_{ERR} 改变符号为止; 以及
 - g) 执行搜索算法, 确定在预定的误差范围内, DXD_{ERR} 过零时的 τ_R 值。
- 25 3、 根据权利要求 2 的方法, 其中搜索算法包括在当前和以前电梯运行的值 DXD_{ERR} 和 τ_R 之间插值。
- 4、 根据权利要求 1 的方法, 其中步骤 (d) 进一步包括在电梯运行期间用滤波器对 DXD_{ERR} 滤波。
- 5、 根据权利要求 4 的方法, 其中滤波器包括一积分器。
- 30 6、 根据权利要求 1 的方法, 其中步骤 (d) 进一步包括执行步骤:
- i) 在与第一方向反向的第二方向上运行电梯;

- j) 在电梯在第二方向上的运行期间重复步骤(c) - (d); 以及
 - k) 计算电梯这两次运行的 DXD_{ERR} 的平均值, 作为 DXD_{ERR} .
- 7、 根据权利要求 1 的方法, 其中改变步骤(e)进一步包括:
- f) 改变 τ_R , 执行步骤(c) - (d)和(i) - (k), 直到 DXD_{ERR} 改变符号
- 5 为止;
- g) 执行搜索算法, 确定在预定的误差范围内, DXD_{ERR} 过零时的 τ_R 值。
- 8、 根据权利要求 7 的方法, 其中搜索算法包括在当前和以前电梯运行时的值 DXD_{ERR} 和 τ_R 之间插值。
- 10 9、 根据权利要求 1 的方法, 其中在接收到服务工具的指令之后即自动执行步骤(a) - (e)。
- 10、 权利要求 6 的方法, 其中在接收到服务工具的指令之后即执行步骤(a) - (e)和(i) - (k)。

场定向电梯电机驱动中转子时间常数的自动微调

在同一时期提出申请、共同等待批准的美国专利申请(Otis 编号
5 OT-3066, OT-3064, OT-3054, OT-4047, OT-4046)含有与此处公开
有关的内容。

本发明涉及电机/驱动系统的自动调节,更具体地说,涉及场定
向(或矢量控制的)电梯电机驱动中的转子时间常数的微调。

已经知道,间接的场定向(或矢量控制的)电机驱动提供了高性
10 能的感应电机驱动的转矩控制。在技术上还知道使用间接场定向驱动
来控制电梯感应电机的电梯电机控制器。这些驱动为多速变频式驱
动。此外还知道这些驱动需要准确地知道马达的转子时间常数以建立
场定向。

一种精确地确定转子时间常数的技术,是在工程实验室中,利用
15 昂贵的测试设备,花费数个工时对电机进行分析。然而,在翻新和改
造应用中,其中用新的驱动替换现有电梯系统中的旧驱动,将电机移
走或将电机从电梯上拆下来测量转子时间常数参数,既不方便也不经
济。

另一种确定转子时间常数的技术,涉及派遣熟练的技术人员到工
20 作现场,利用特殊的测试设备调节电机的驱动。然而,这种技术既费
钱又费时,使得翻新电梯电机驱动对建筑物的拥有者来说没有吸引
力。

此外,已有多种技术对电机的转子时间常数进行模拟。T.M.
Rowan在IEEE Transactions on Industry Application, Vol. 27,
25 NO. 4, July/Aug. 1991中的“A Simple On-line Adaption for
Indirect Field Orientation of an Induction Machine”一文中
描述了一种技术;然而,当电机反向转动时,如双向电梯电机中的情
形,这种技术没有提供精确的增益调节。C. Wang等人在IEEE
Transactions on Industry Application, Vol. 24, NO. 1, Jan./Feb.
30 1988中的“An Automated Rotor Time Constant Measurement System
for Indirect Field Oriented Drivers”一文中描述了另一种技术;
然而,这种技术要求预先精确地知道转矩常数和负载惯量。

本发明的目的包括现场自动地为电梯提供场定向驱动中的电机转子时间常数参数的微调，且无须移走电机或将电机从电梯系统中拆下来。

根据本发明，一种计算由场定向控制器所操纵的电梯电机转子时间常数 (τ_R) 的方法，包括：a) 设定 τ_R 的初始值；b) 在第一方向上运行电梯；c) 在运行过程中，如下计算误差信号 (V_{dERR})： $V_{dERR} = V_d - R_1 I_d + (\omega_R + I_q / (I_d \tau_R)) L \sigma I_q$ ，这里： I_d =d 轴电流， I_q =q 轴电流， V_q =q 轴电压， ω_R =电机速度， R_1 =电机静子的电阻， $L\sigma$ =电机的瞬时电感，其中 V_d ， I_d ， I_q ， ω_R 为场定向控制器提供的信号， R_1 和 $L\sigma$ 为预定的电机常数；d) 如下计算当电梯运行时经过符号调节后的误差信号 (DXD_{ERR})： $DXD_{ERR} = V_{dERR} \times (I_q \text{ 的符号}) \times (\omega_R \text{ 的符号})$ ；以及 e) 改变 τ_R ，执行步骤 (b)-(d) 并在预定的误差范围内，确定在 DXD_{ERR} 等于零时 τ_R 的值。

进一步根据本发明，改变步骤 (e) 包括：f) 改变 τ_R ，直到 DXD_{ERR} 改变符号为止；以及 g) 执行搜索运算，在预定的误差范围，确定 DXD_{ERR} 过零时的值 τ_R 。

本发明代表了对现有技术的显著改进，允许在工作现场自动地微调场定向（即矢量控制的）电梯电机驱动中的转子时间常数。本发明不需要将电机从工作现场移走，也不需要将电机从电梯系统中拆下来。因此，本发明是在承载情况而非标准的无负载测试条件下进行调节的，工业驱动测试多属于后者。此外，本发明不需要经过专门培训的技术人员用特殊的测试设备来调节电机/驱动系统。因此，本发明使得能够以较低的安装和调试成本将新电机驱动用于现场改造。于是，现场自动微调转子的时间常数节省了时间与金钱。结果，本发明使得将电梯升级到现代的控制对建筑物所有者来说更有吸引力，由于在翻新工作现场中确定旧电机参数的成本较高，这种升级目前在经济上尚未切实可行。另外，本发明使现有电梯的运动控制和安全系统在本发明的整个调试过程中不受影响。

在下面对附图所示的示范性实施方案的详细说明之后，本发明的上述及其它目的、特点和优点将更加清楚。

图 1 是具有根据本发明的自动调节逻辑的控制器的方框图。

图 2 是图 3 根据本发明的控制器中场定向电流调节器/电机驱动

电路的方框图。

图 3 是根据本发明的场定向驱动电机 q 轴变量的感应电机耦合电路图。

图 4 是根据本发明的场定向驱动电机 d 轴变量的感应电机耦合电
5 路图。

图 5 是图 1 根据本发明的自动调节逻辑的一部分的逻辑流程图。

图 6 是根据本发明电梯速度的参考曲线对时间的曲线图。

图 7 是根据本发明一台电梯多次上下运行得到的 XD_{ERR} 对转子时间常数的曲线图。

10 参见图 1, 线 9 的左侧示出了电梯控制器 7 的一部分, 包括一个运动控制电路 10, 该电路从线 8 上的操纵控制逻辑 (未示出) 接收楼层目的地指令并在线 12 上向电机控制器 14 提供速度曲线 ω_{REF} 。电机控制器 14 包括速度环补偿逻辑 16, 该逻辑在线 18 上向场定向电流调节器/电机驱动电路 20 提供电流参考信号 I_{qREF} 。电路 20 在线 22
15 上向电机 24, 如三相感应电机提供三相驱动电压 V_x, V_y, V_z 。电机 24 在线 36 上向控制器 7 送回一个指明电机 24 转速的速度反馈信号 ω_R 。

可用于本发明的三相交流感应电机的两个例子为 Loher 制造的 Model LUGA-225LB-04A, 额定功率 45KW, 额定电压 355V, 额定速度 1480, 额定频率 50Hz, 属于齿轮构造; 以及 Tatung (台湾) 制造的
20 Model 156MST, 额定功率 40KW, 额定电压 500V, 额定速度 251, 额定频率 16.7Hz, 属于无齿轮构造。如果需要, 可以使用具有其它额定参数的其它电机。

电机 24 通过机械连接 26, 如轴和/或齿轮箱连到皮带轮 28 上。缆绳或线缆 30 环绕在皮带轮 28 上, 其一端与电梯车厢 32 相连, 另
25 一端与配重 34 相连。配重的重量通常等于空车厢的重量加上其最大负载的 40% ~ 50%。

如果需要, 可以采用其它构造, 可加也可不加配重, 可带也可不带齿轮箱, 以便将电机的输出转矩转换成电梯车厢 32 的运动, 如双提升 (两部电梯连在一根绳上, 车厢以相反的方向移动且每个车厢都
30 为另一个提供配重), 滚筒式绞车 (绳子绕在一个由电机带动的鼓上)。

速度环补偿逻辑 16 可为任何具有一个或多个控制环的电机速度

控制补偿逻辑, 如在同一时期提出申请、共同等待批准的美国专利申请(编号 0t-3054)中描述的比例加积分的外环控制和比例内环控制。可以采用其它的电机速度控制补偿。电机速度控制补偿的类型并非本发明的关键。

5 参见图 2, 在场定向电机控制技术上已经知道, 这种控制采用了对应于两个轴的电流和电压参数。具体地说, 图 1 所示的场定向电流调节器/电机驱动 20 包括两个电流控制环, 一个用于 d 轴电流 I_d , 另一个用于 q 轴电流 I_q 。Id 环接收线 19 上的 I_{dREF} 信号, 该信号被馈送至加法器 102 的正向输入端。线 104 上测得或反馈的 d 轴电流信号
10 I_d 被馈送至加法器 102 的反向输入端。加法器 102 的输出为线 106 上的误差信号 I_{dERR} , 该信号被馈送至控制补偿逻辑 108, 如比例加积分电流环控制。如果需要, 可以采用其它电流环控制补偿。逻辑 108 在线 110 上提供了 d 轴的电压指令信号 V_{dCMD} 。

对 q 轴而言, I_q 环接收线 18 上被馈送至加法器 114 正向输入端的 I_{qREF} 信号。线 116 上测得或反馈的 q 轴电流信号 I_q 被馈送至加法器 114 的反向输入端。加法器 114 的输出为线 118 上被馈送至控制补偿逻辑 120 的误差信号 I_{qERR} , 如类似于逻辑 108 的比例加积分逻辑。
15 逻辑 120 的输出为线 122 上 q 轴电压指令信号 V_{qCMD} 。

电压指令 V_{dCMD} 和 V_{qCMD} 被馈送至已知的场定向三相转换逻辑 124,
20 将 d 轴和 q 轴的电压指令转换成线 126 上的三相电压指令 V_{xCMD} , V_{yCMD} , V_{zCMD} 。相电压指令 V_{xCMD} , V_{yCMD} , V_{zCMD} 被馈送至已知的三相驱动电路(或转换器) 128, 分别在线 130、132、134 上提供三相电压 V_x , V_y , V_z , 以驱动电机 24(图 1)。

在驱动电路 128 内(未示出细节), 线 126 上的每个电压指令 V_{xCMD} ,
25 V_{yCMD} , V_{zCMD} 被转换成表明相应的输入电压电平的占空百分比。该占空百分比被转换成脉宽调制的驱动信号, 驱动功率晶体管分别在线 130、132、134 上提供脉宽调制的、频率可变的三相电压 V_x , V_y , V_z 。驱动电路 128 内的这种转换是利用电机驱动电路技术上广为人知的电子元器件和/或软件来实现的。可以采用任何其它类型的驱动电
30 路, 接收输入的电压指令并提供输出的相电压, 这些相电压不必是脉宽调制的。

利用已知的电流传感器 136、138、140, 如闭环的霍尔效应电流

5 传感器（如 LEMS），分别测量与电压 V_x , V_y , V_z 分别相关的相电流 I_x , I_y , I_z ，并分别在线 141、142、143 上提供。相电流 I_x , I_y , I_z 被馈送至已知的从三相到场定向转换逻辑 150，该逻辑在线 104 和 116 上提供了从相电流到 d 和 q 轴电流 I_d , I_q 的已知转换，这两个电流作为反馈电流，分别被馈送至加法器 102、114。

10 转换器 124、150 提供了已知的矢量（d 轴和 q 轴）参数和每个相位参数之间的转换，如 D. Novotny 等人的“Vector Control and Dynamics of AC Drivers”一书中的第五章 203 - 251 页描述的那样，该书已由牛津大学出版社于 1996 年出版发行。转换器 124、150 很可能利用微处理器以软件来实现这种转换。

在场定向驱动技术上已知，要在场定向 d 轴和 q 轴来回进行这种转换，需要利用受控电机的转子时间常数 τ_r 的值。具体地说， τ_r 用于建立正确的转差频率 ω_s ，以获得场定向。在线 144 上向两个转换器 124 和 150 提供转子时间常数 τ_r 的值。

15 参见图 1，本发明包括自动确定转子时间常数 τ_r 的正确值的自动调节逻辑 48，后面将对此作详细描述。逻辑 48 包括已知的电子元器件，可以包括能够执行这里所述功能的微处理器、接口电路、存储器、软件和/或固件。

20 参见图 3 和图 4，它们分别为 q 轴和 d 轴变量的耦合电路图 180、182，用于场定向的驱动电机，这两个图具有如下定义的电路参数：

I_d = d 轴（即磁化）电流； I_q = q 轴（即转矩）电流；
 V_d = d 轴电压； V_q = q 轴电压；
 R_1 = 静子电阻；
 L_{1s} = 静子漏感； L_{1r} = 转子漏感；
25 L_m = 互感；
 λ_{ds} = d 轴静子磁通量； λ_{dr} = d 轴转子磁通量；
 λ_{qs} = q 轴静子磁通量； λ_{qr} = q 轴转子磁通量；
 ω_s = 转差频率； ω_e = 电机电流的电频率； 以及
 R_2 = 转子电阻。

30 已知若要使场定向条件存在，图 3 和图 4 的感应电机耦合电路图要求 $\lambda_{qr} = 0$, $\lambda_{dr} = L_m I_d$, $\lambda_{qs} = L\sigma I_q$ 且 $\lambda_{ds} = L_s I_d$ ，其中 $L_s = L_m + L_{1s}$, $L\sigma$ 为电机的瞬时电感。

这里所述的变频驱动在恒定的磁化电流 I_d 下工作。这里所有以下标“r”或“R”表示的电流和电压电机参数为转子的参数，其它所有的电流和电压电机参数，除非另有说明，均为静子的参数。

另外，已知在场定向驱动中，控制器参考系被定向为使 d 轴与转子磁通量一致。参见图 4，在稳态情况下，其中瞬变电流被稳住（即 $dI_d/dt=0$ 且 $dI_q/dt=0$ ），电感上的电压为 0V。这样，场定向驱动的 d 轴静子电压 V_d 的方程被定义成：

$$V_d = R_1 I_d - \omega_E L \sigma I_q \quad \text{方程 1}$$

其中 $L\sigma$ 是电机的瞬时电感， R_1 是静子的电阻， ω_E 是电机电流的电频率， I_d 和 I_q 则分别为 d 轴和 q 轴静子电流。还知道， $\omega_s = \omega_E - \omega_r$ 且 $\omega_s = I_q / (I_d \tau_r)$ ，其中 ω_r 是转子相对于电子参考系的转速， ω_s 是转差频率。将 ω_s 代入方程 1 得到：

$$V_d = R_1 I_d - (\omega_r + I_q / (I_d \tau_r)) L \sigma I_q \quad \text{方程 2}$$

将方程的右边移到左边，将一个新的参数 V_{dERR} 定义为：

$$V_{dERR} = V_d - R_1 I_d + (\omega_r + I_q / (I_d \tau_r)) L \sigma I_q \quad \text{方程 3}$$

V_{dERR} 为零表明该驱动为场定向，即满足方程 1（当铁心损耗可忽略时）。 V_{dERR} 的极性（正或负）取决于电机的旋转方向（ ω_r 的符号），转矩的方向（ I_q 的方向），以及转子时间常数 τ_r 是大于还是小于正确的值。下面的表 1 总结了确定 V_{dERR} 正负的条件：

表 1

V_{dERR} 的极性

	$\omega_r > 0$ (正转)		$\omega_r < 0$ (反转)	
	τ_r 高	τ_r 低	τ_r 高	τ_r 低
$I_q > 0$	-	+	+	-
$I_q < 0$	+	-	-	+

从表 1 中发现，如果形成这样的乘积：

$$DXD_{ERR} = V_{dERR} \times I_q \times \omega_r \quad \text{方程 4}$$

不管转矩或方向如何，当转子时间常数 τ_r 参数太低时， DXD_{ERR} 的符号（即极性）为正，而 τ_r 太高时则为负。这样就发现，在一定的电机负载条件下（如空载的电梯车厢）， DXD_{ERR} 信号将明白无误地表明正确的方向，以此将 τ_r 调节到它的正确值，从而获得场定向。如果需要的话，可在方程 4 中采用 ω_E 而不是 ω_r 。

此外还发现，如果在电梯的一次运行中对 DXD_{ERR} 的值进行积分，结果 XD_{ERR} 的符号将指明如何调节 τ_R 来获得正确的值。如果 XD_{ERR} 的值为正，就将转子时间常数参数向下调。如果值为负，就将 τ_R 向上调。当 XD_{ERR} 的符号改变时， τ_R 的值跨越了其正确值，可以根据以前及现在的 XD_{ERR} 值和以前及当前的 τ_R 值，采用已知的线性插值技术获得 τ_R 的插值。

更具体地，参见图 1，自动调节逻辑 48 包括 V_{dERR} 计算逻辑 50，该逻辑接收必要的参数来利用方程 3 计算 V_{dERR} 。线 52 向乘法器 54 提供 V_{dERR} 值，该乘法器将 V_{dERR} 与速度参数 ω_R 相乘并在线 56 上提供结果，该结果又被乘法器 58 用来与 q 轴电流参数 I_q 相乘，得到线 60 上的信号 DXD_{ERR} 。信号 DXD_{ERR} 被馈送至在线 64 上提供表示 DXD_{ERR} 积分的积分输出信号 XD_{ERR} 的积分器 62。积分过的信号 XD_{ERR} 被馈送到 τ_R 计算逻辑 66。

除了将 V_{dERR} 与 ω_R 和 I_q 的值（及符号）相乘外，也可将这两个值之一或全部以它的符号代替。另外，如果需要，可在乘法器 54 中采用 ω_E 而不是 ω_R 。与电机速度频率 ω_R （或 ω_E ）相乘的额外优点在于，在高频下它给 V_{dERR} 信号的加权更重，此时电压的测量更精确，电机处于额定速度。

逻辑 66 在线 68 上向积分器 62 提供复位信号，在电梯运行之间将积分器复位到 0。逻辑 66 还在线 76 上向 V_{dERR} 计算逻辑 50 提供常数 $L\sigma$ 和 R_1 。逻辑 66 计算转子时间常数 τ_R 并在线 144 上向电流调节器/电机驱动电路 20 和 V_{dERR} 计算逻辑 50 提供 τ_R 。

逻辑 66 还分别在线 71、72 上向运动控制逻辑 10 提供 MODE 和 FLRCMD 信号。MODE 标志位使运动逻辑 10 接收来自线 72 上的 FLRCMD 的楼层信号。

FLRCMD 信号命令运动控制器 10 采用电机控制器 10 中 ω_{REF} （图 6）的标准的预定速度曲线，在命令的方向上使电梯运行指定数量的楼层（或到达一具体的目的楼层），以后将作描述。运动控制逻辑 10 还在线 73 上向逻辑 66 提供电机控制器故障信号 MCFault，表明电梯运行期间是否发生了故障。在电梯的运行过程中，电梯按采用具有正常安全特性的空车厢以正常速度曲线运行。

参见图 6，运动控制逻辑 10 提供的标准 ω_{REF} 速度曲线 400 具有一

个上升区 A、稳恒速度区 B（电机在给定应用的工作或限定速度下运行）、以及下降区 C。稳恒速度区 B 的持续时间取决于 FLRCMD 信号指定的楼层数量（或目的楼层）。只要命令电梯上下运行，指定的楼层数量为使电梯运行的稳恒速度区 B 的持续时间长到足以使系统中的瞬变稳定下来，即至少 3 秒钟，依据建筑物楼层高度的不同，这对应于约 3 或 4 个楼层。曲线 400 仅用于示意的目的，只要稳恒速度区的持续时间长到足以系统瞬变稳定下来，就可以采用其它的上升/下降速率，工作速度和总体曲线。楼层的数量或目的楼层可由服务工具 80 通过线 82 提供。

10 计算逻辑 66 还通过串行线路 82 与服务工具 80 通信。服务工具 80 包括显示屏 84 和用来向服务工具 80 输入数据并通过线路 82 接到控制器 7 的键盘（或键板）86。具体地说，逻辑 66 通过线路 82 接收来自服务工具 80 的 Start（启动）和 Stop（停止）指令，分别控制何时启动和停止（放弃）自动调节。另外，逻辑 152 接收执行自动调节逻辑 48 所需的参数，以后将详细说明。逻辑 66 还通过线路 82 向服务工具 80 提供 DONE 信号和 FAULT 信号。当自动调节完成时就发出 DONE 信号，而在自动调节过程中，当检测到故障时则发出 FAULT 信号。

20 可以用服务工具 80 人工输入电梯运动指令（目的楼层），或者，可以利用服务工具 80 在两个预定的楼层之间设立循环。此外，为简化实施并尽可能地提高安全性，电梯的所有运动都可处于正常的电梯控制系统的控制下，且所有正常提升机的安全功能都可起作用。

参见图 5，自动调节逻辑 66 的顶级流程图以步骤 200 为起点，该步骤检测是否已从服务工具 80（图 1）接收到 Start 指令。如果没有收到启动指令，逻辑 66 就退出。如果收到一启动指令，步骤 202 就向服务工具 80 请求并接收执行自动调节逻辑 48 所必须的参数，如 $L\sigma$ 、 R_1 、 I_{dREF} 、 τ_{R-INIT} （ τ_R 的初始值）。

可以根据以前利用其它电机测试算出的 R_1 、 $L\sigma$ 、 τ_R 、 I_{dRATED} 值分别设置 R_1 、 $L\sigma$ 、 τ_{R-INIT} 、 I_{dINIT} 中的部分或所有参数，就如共同等待批准的美国专利申请序号（Otis 编号 OT-3064）中描述的那样。

30 或者，可以如下估计 $L\sigma$ 、 τ_{R-INIT} 、 I_{dINIT} 中的部分或全部参数：

$$L\sigma = L_s - (L_m^2/L_r)$$

$$\tau_{R-INIT} = L_r/R_r$$

$$I_{dINIT} = I_{NO-LOAD}$$

其中, R_1 是静子绕组的电阻, L_s 是静子绕组的电感, L_r 是转子绕组的电感, L_m 是电机的互感, R_r 是转子绕组的电阻, $I_{NO-LOAD}$ 是空载电流, R_1 、 L_s 、 L_r 、 L_m 、 R_r 、 $I_{NO-LOAD}$ 是从电机数据表中获得的。在此情况下, 服务人员可计算参数 $L\sigma$ 、 τ_{R-INIT} 、 I_{dINIT} 并通过服务工具 80 将它们和 R_1 送到逻辑 48。或者, 服务人员可通过服务工具 80 将 R_1 、 L_s 、 L_r 、 L_m 、 R_r 、 $I_{NO-LOAD}$ 送至逻辑 48, 逻辑 48 计算参数 $L\sigma$ 、 τ_{R-INIT} 、 I_{dINIT} 。可以采用其它技术获得实施本发明所需的初始参数。

熟悉电机技术的人应当懂得, 当电机空载或无转矩, 即 $I_q = 0$ 时, $I_{NO-LOAD}$ 等于总的电机电流。这样, $I_{NO-LOAD}$ 等于额定的 d 轴 (或磁化) 电流 I_{dRATED} 。

接下来, 一系列步骤 204 将变量 COUNT 设为 0, 将 MODE 标志位设为 1, 并将转子时间常数 τ_r 设成等于初始值 τ_{R-INIT} 。然后, 步骤 206 将积分器 62 (图 1) 复位到 0。接着, 步骤 208 (图 6) 命令电梯用前面讨论过的标准曲线向上运行。然后步骤 210 检验在电梯的运行中是否检测到故障。如果是这样, 在步骤 212 中故障信号被设为 1 并传送到服务工具 80 (图 3)。

接下来, 步骤 212 检验是否从服务工具 80 收到停止的指令。如果接到这个指令, 逻辑就退出。如果没有, 步骤 214 就将 XD_{ERR} 的值存作参数 $XD_{ERR}(1)$ 。然后, 步骤 216 将积分器 62 复位到 0, 为电梯的下次运行作准备。

接下来, 步骤 218 命令电梯用前面讨论过的标准曲线 (图 6) 向下运行。然后, 步骤 220 检验在电梯的运行中是否检测到故障。如果是这样, 步骤 212 设置 FAULT 标志位, 逻辑退出。如果没有, 步骤 222 检验是否从服务工具 80 接收到停止的指令。如果接到这个指令, 逻辑就退出。如果没有, 就在步骤 224 中将 XD_{ERR} 的值存作参数 $XD_{ERR}(2)$ 。

接下来, 步骤 226 计算当前电梯上/下运行的 $XD_{ERR}(1)$ 和 $XD_{ERR}(2)$ 的平均值 $XD_{ERR-AVG}$ 。然后, 步骤 230 检验 $XD_{ERR-AVG}$ 是否从前面最近一次电梯上/下运行的 $XD_{ERR-AVG}$ 改变了符号。如果 $XD_{ERR-AVG}$ 没有改变符号, 步骤 232 就检验 COUNT 变量是否等于或大于 10, 即环是否至少重复了 10 次。如果环已经重复了 10 次, 步骤 234 就将 FAULT 标志

位设为 1，通过线路 82 送到服务工具 80，标志 235 设置 $MODE = 0$ ，逻辑退出。如果环的重复次数少于 10，标志 236 检验 $XD_{ERR-AVG}$ 的符号是否为正，如果是，标志 238 就按预定的量降低 τ_R ，如 10%。如果 $XD_{ERR-AVG}$ 的符号不为正，步骤 240 就按预定的量增加，如 10%。如果需要，可以按其它百分比改变 τ_R 。接着，步骤 242 给 COUNT 加 1，逻辑再次前进到步骤 206。

如果在步骤 230 中 $XD_{ERR-AVG}$ 改变了符号，步骤 246 就在以前及当前电梯运行的 $XD_{ERR-AVG}$ 值和以前及当前运行的 τ_R 的对应值之间线性插值，以确定 $XD_{ERR-AVG}$ 过零（即改变符号）时的 τ_R 值。接着，步骤 248 设置 DONE 标志位等于 1，将它通过串行线路 82（图 1）送至服务工具 80，步骤 235 将 MODE 标志位设为 0，然后逻辑退出。

在步骤 226、230、236 和 246 中，可以不用 $XD_{ERR-AVG}$ ，而单独使用 $XD_{ERR}(1)$ 或 $XD_{ERR}(2)$ ；然而，采用平均值 $XD_{ERR-AVG}$ 为 τ_R 提供了更牢靠的值。在此情况下，对于电梯的给定上/下运行，如果对于 τ_R 的值 $XD_{ERR}(1)$ ，(2) 具有不同的符号，被认为接近得足以使重复停止。然而，如果 $XD_{ERR}(1)$ ，(2) 一同改变符号，就可以选用 $XD_{ERR}(1)$ 、(2) 中的一个参数用于 τ_R 的插值。

参见图 7，图 7 为 XD_{ERR} 与转子时间常数 τ_R （以秒计）的曲线图，曲线 310 所示为在向上的方向上的七次运行，曲线 312 所示为在向下的方向上的七次运行。通常，在将 τ_R 改变为下一个值之前，上下运行将如逻辑 66 所示那样交替进行。这样，上升运行的值由曲线 310 表示，下降运行的值则由曲线 312 表示。此前讨论的插值处理的目的在于获得 XD_{ERR} 等于 0 时所对应的 τ_R 值。

如果需要，可以采用其它搜索技术，以便迭代至正确的 τ_R 值。 τ_R 的另外一种搜索算法是采用二进制类型的搜索，其中在连续的运行过程中，搜索的范围不断变窄，直到 τ_R 或 XD_{ERR} 的变化位于预定的误差范围内为止。

对本发明来说，电梯上下运行的方向的次序并不关键，如电梯可以在步骤 208 中下行并在步骤 218 中上行（图 5）。然而，通常服务人员将会使电梯行至地面或第一层，以便开始服务或调节。在此情况下，可能需要首先让电梯上行，以提供时间足够长的一段运行，就象此前用标准曲线讨论过的那样。

尽管空载的车厢为最易获得的条件，本发明也可在满载或部分装载的情况下进行，只要在车厢和配重之间保持净载荷不平衡。然而，在净载荷不平衡使得车厢比配重更重的负载情况（如满载）下，图7的曲线图将具有一个负的斜坡而不是正的斜坡，搜索逻辑也将作相应的改变。

也可采用低通滤波器或其它类型的滤波器而非积分器 62 来滤波 DXD_{ERR} 中的瞬变，并提供 DXD_{ERR} 在给定的电梯运行过程中的平均值。在此情况下，滤波器 62 的输出可在电机速度 ω_R 到达 0 之前，即在运行的稳恒或工作速度区由逻辑 66 采样。

或者，也可以不用积分器（或滤波器）62，由逻辑 66 直接采样信号 DXD_{ERR} 。在此情况下，逻辑 66 将在步骤 214、224（图 4）中稳恒速度区的末端（或期间）采样 DXD_{ERR} 的值， DXD_{ERR} 将取代这里所提及的 $XDERR$ 。或者，替代滤波 DXD_{ERR} 或除了滤波 DXD_{ERR} 以外，可以给方程 4 的 DXD_{ERR} 输入信号进行滤波。或者， VD_{ERR} 计算逻辑 50 可以只在电机速度高于一定的速度或已经处于工作速度达预定的时间之后时才计算 VD_{ERR} 。

尽管已经参照示范性的实施例对本发明进行了说明和图示，熟悉此项技术的人士应当懂得，前面的其它各种变化、忽略和补充都可以在不背离本发明的思想和范畴的前提下进行。

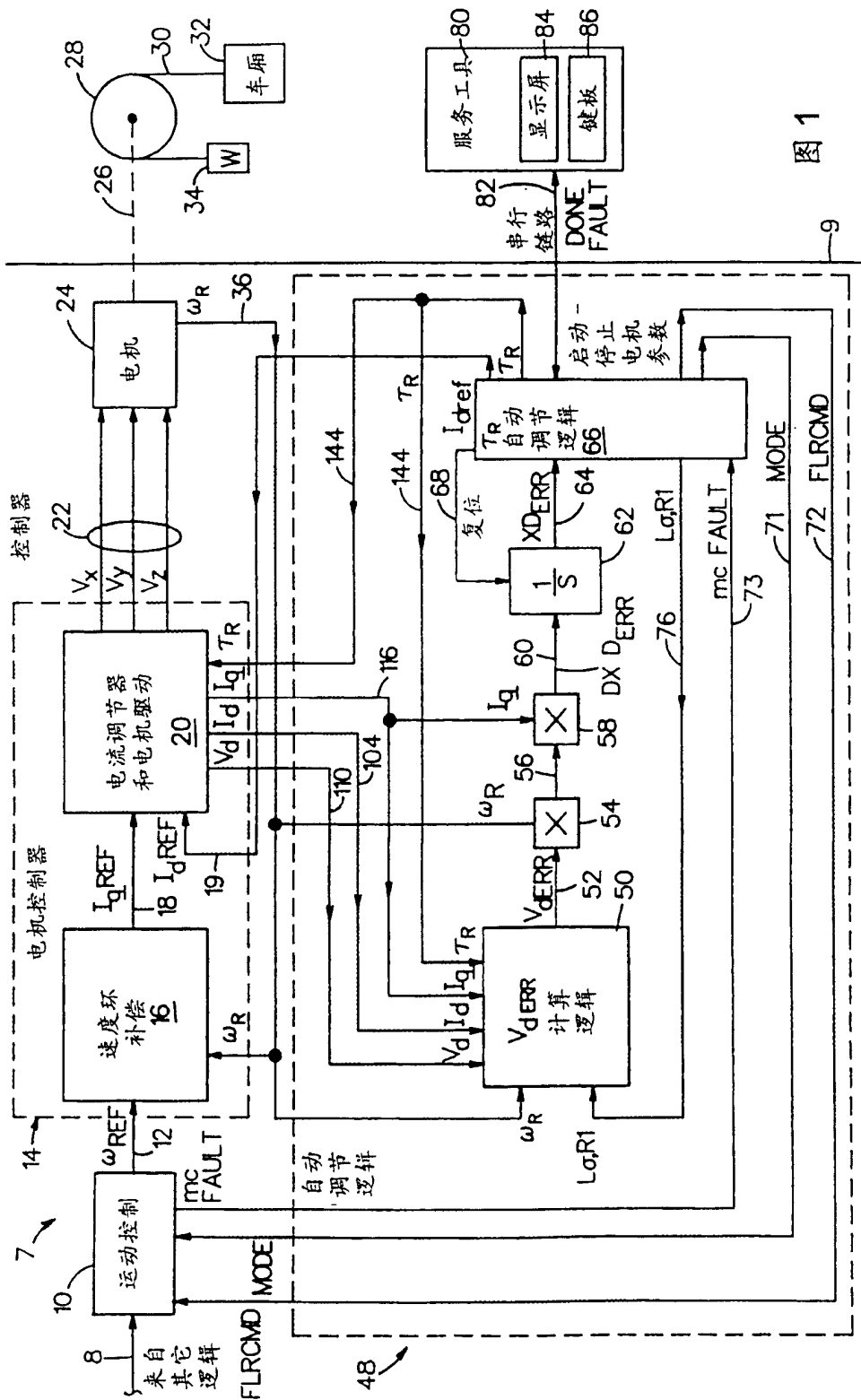


图 1

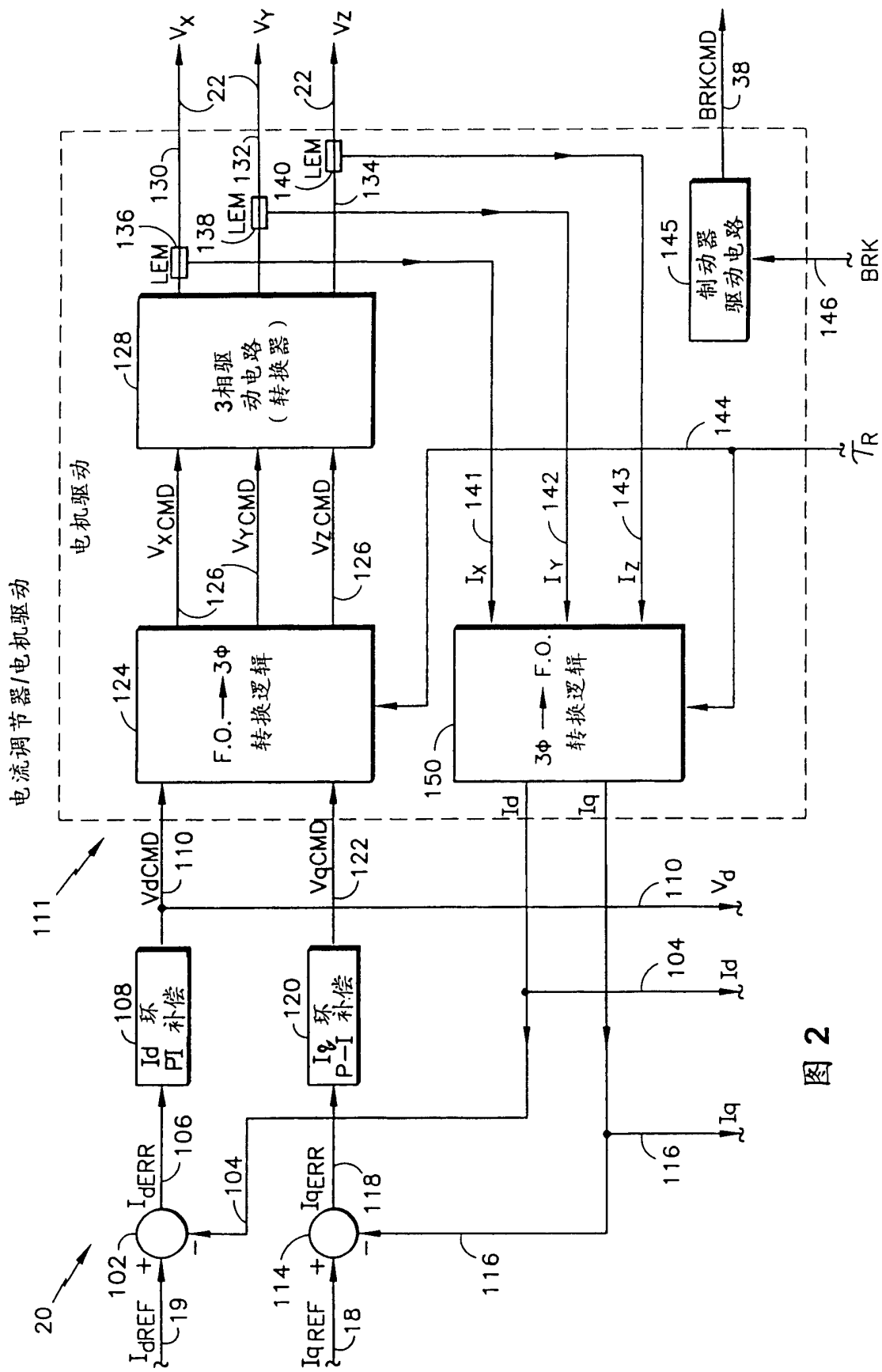


图 2

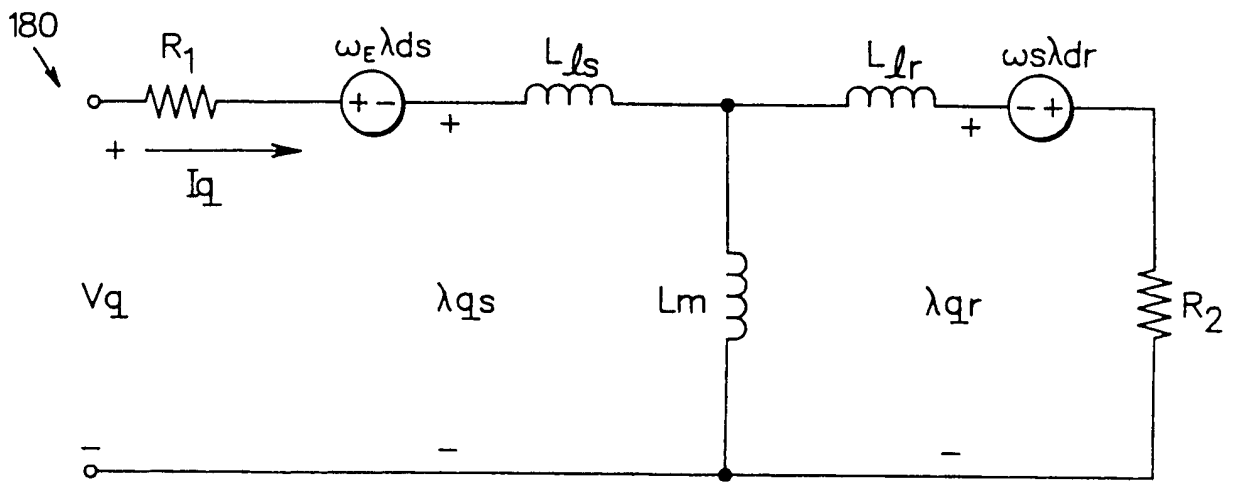


图 3

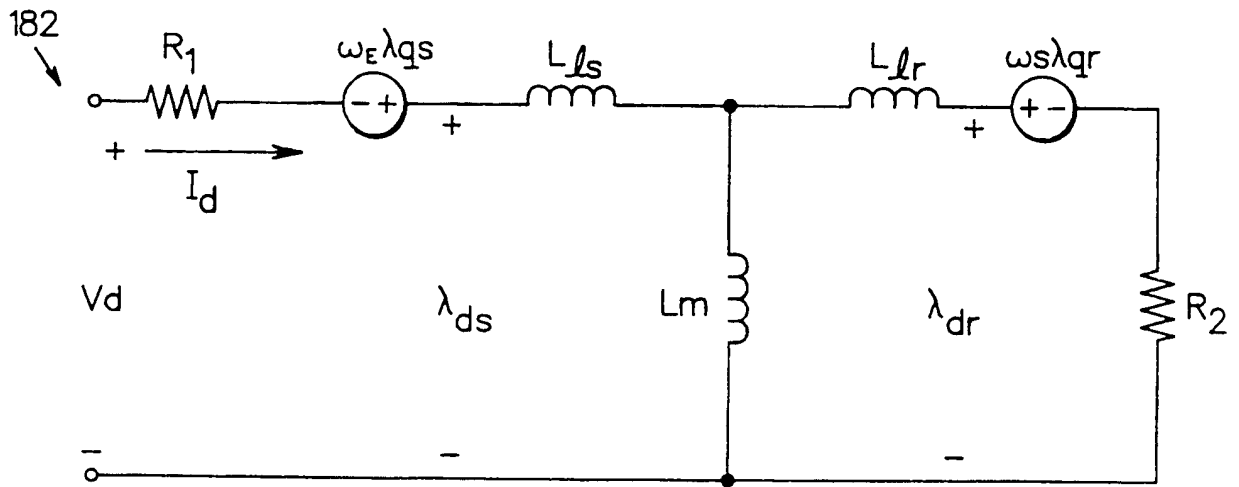


图 4

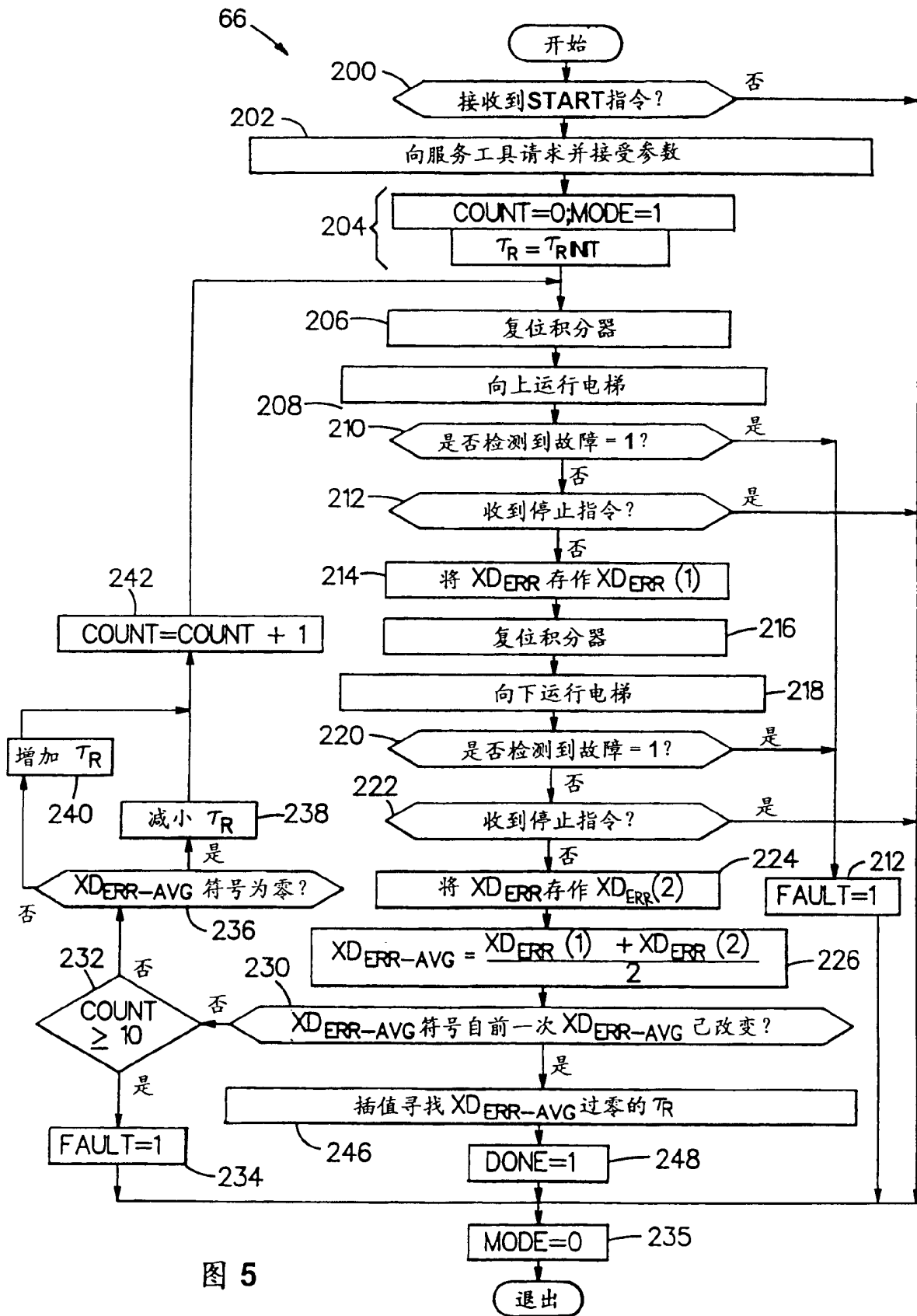
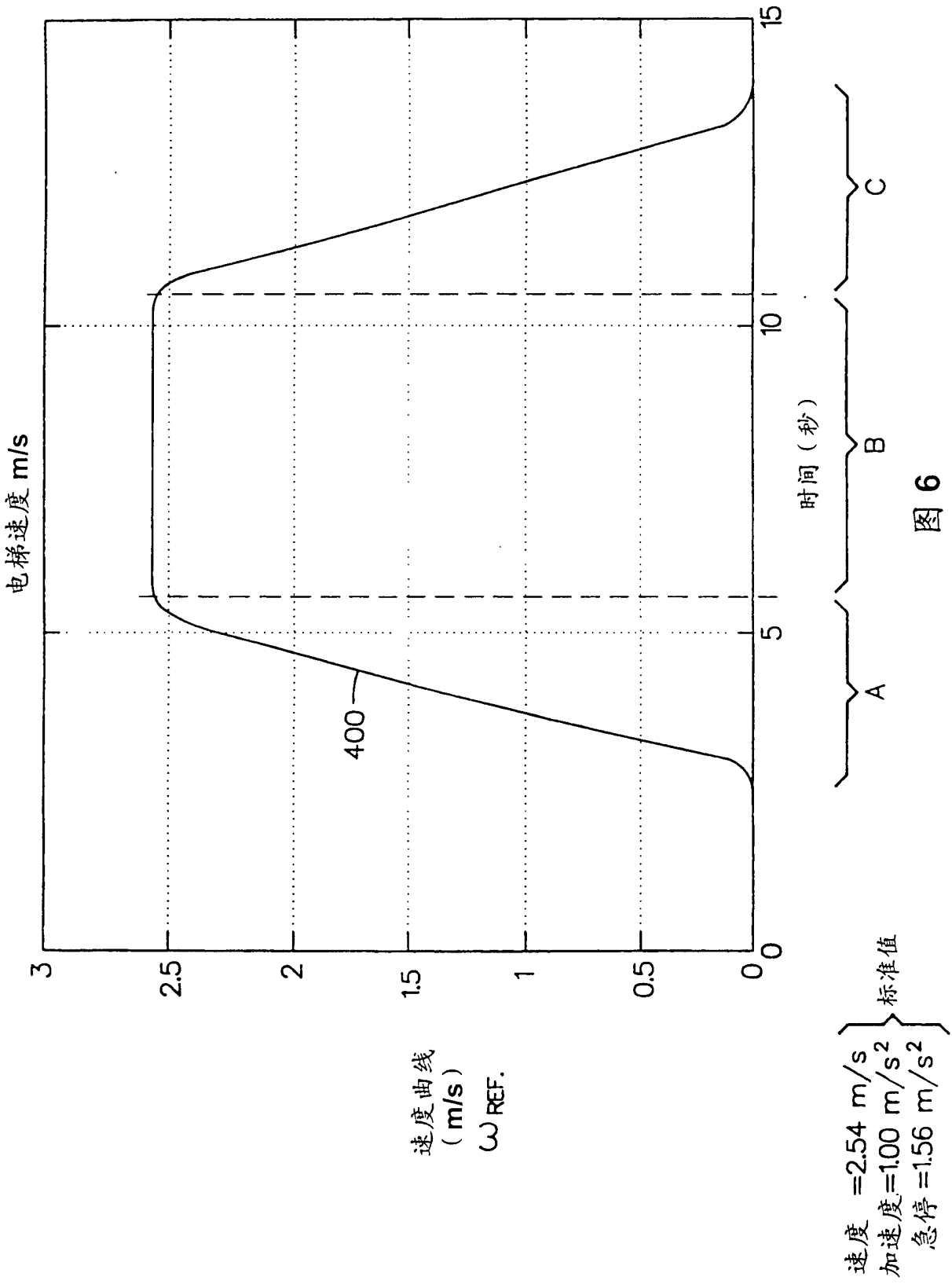


图 5



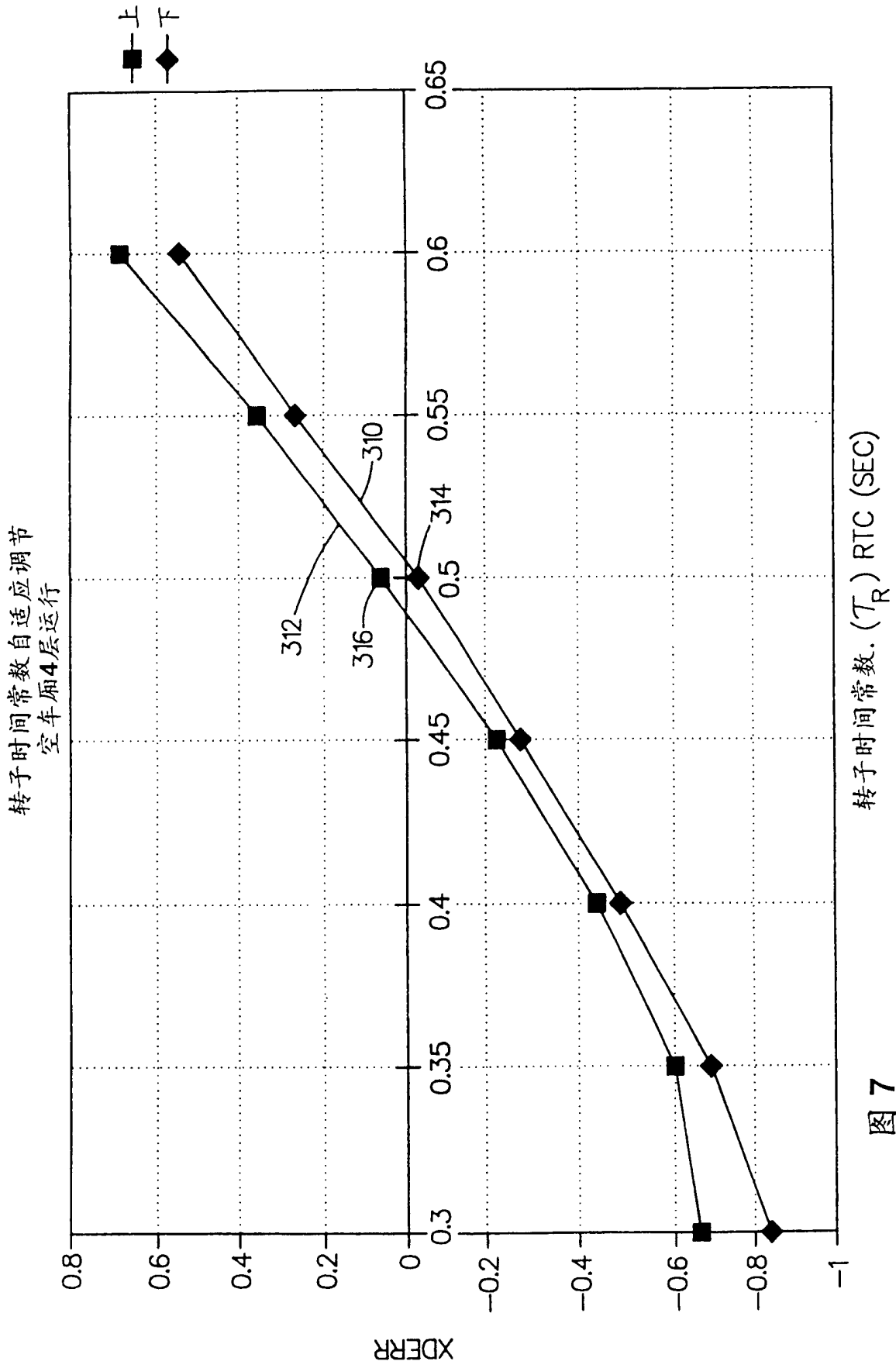


图7