



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102818952 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 05

(21) 申请号 201210269214. X

US 2004/0119437 A1, 2004. 06. 24,

(22) 申请日 2012. 07. 31

李声晋等. 一种旋转变压器 - RDC 测角系统的数字标定及补偿方法. 《微特电机》. 2007, (第 6 期), 26-31.

(73) 专利权人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号

审查员 郭军宏

(72) 发明人 张玉峰 李声晋 魏世克 杨静伟

周勇 张松松 李鑫 周广伟

王严伟 江修立

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 顾潮琪

(51) Int. Cl.

H02P 6/16 (2006. 01)

G01R 31/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202720287 U, 2013. 02. 06,

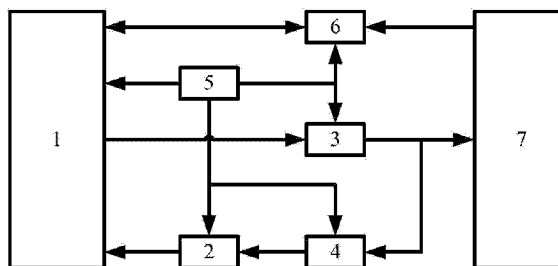
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种自动检测及补偿旋转变压器零位偏差的方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种自动检测及补偿旋转变压器零位偏差的方法及装置,旋转变压器信号解算电路将旋转变压器的输出模拟信号解算后送入微控制器,霍尔电流传感器检测电机相绕组中的电流,调理后通过模数转换电路送入微控制器;微控制器对送入的电压信号求出平均值,并根据当前相电流平均值及上次旋转变压器的零位偏差补偿值调整方向求解最佳旋转变压器的零位偏差补偿值;同时,微控制器的电机控制信号由功率驱动电路进行功率放大后驱动被测电机正常运行。本发明可显著简化检测旋转变压器零位偏差实施步骤,降低检测旋转变压器零位偏差的难度,并实现对旋转变压器零位偏差的自动补偿,操作方便,适应性强,且成本较低。



1. 一种自动检测及补偿旋转变压器零位偏差的方法,其特征在于包括下述步骤:

1) 设定旋转变压器的初始零位偏差补偿值为零,转动电机,采样电机任意一相绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ ,并将这个电流转换为数字量,求取时间  $T$  内的平均值  $X$ ,时间  $T$  的取值与电流采样时间及电流纹波有关,在选定的采样率下,时间  $T$  的取值以能够求取出足够逼近原始电流平均值的采样次数所耗费的时间为准则;

2) 任意选定旋转变压器的零位偏差补偿值调整方向  $F$ ,并设定旋转变压器的零位偏差补偿值调整方向  $F$  为  $+1$ ,以旋转变压器输出信号的最小分辨值为步进单位  $\Delta$ ,将旋转变压器的零位偏差补偿值增大一个  $\Delta$  后,采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ ,并将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值  $Y$ ;

3) 根据  $X$ 、 $Y$ 、 $F$  的值确定旋转变压器的零位偏差补偿值的调整方向:

当  $F$  为  $+1$  时:

若  $X \leq Y$ ,将  $X$  的值更新为  $Y$  的值,将旋转变压器的零位偏差补偿值减小一个  $\Delta$ ,更新  $F$  值为  $-1$ ,采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ ,将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值作为当前的  $Y$  值;

若  $X > Y$ ,将  $X$  的值更新为  $Y$  的值,将旋转变压器的零位偏差补偿值增大一个  $\Delta$ ,采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ ,并将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值,将此平均值作为当前的  $Y$  值;

当  $F$  为  $-1$  时:

若  $X \leq Y$ ,将  $X$  的值更新为  $Y$  的值,将旋转变压器的零位偏差补偿值增大一个  $\Delta$ ,更新  $F$  值为  $+1$ ,采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ ,将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值作为当前的  $Y$  值;

若  $X > Y$ ,将  $X$  的值更新为  $Y$  的值,将旋转变压器的零位偏差补偿值减小一个  $\Delta$ ,采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ ,并将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值,将此平均值作为当前的  $Y$  值;

4) 重复步骤 3),直到旋转变压器的零位偏差补偿值连续出现摆动状态,即零位偏差补偿值连续交替出现  $DT + \Delta$  和  $DT - \Delta$  至少 150 次,此时  $DT$  即为最终的旋转变压器零位偏差补偿值。

2. 一种实现权利要求 1 所述的自动检测及补偿旋转变压器零位偏差的方法的装置,包括微控制器、功率驱动电路、旋转变压器信号解算电路、电流检测及调理电路、模数转换电路,其特征在于:所述的旋转变压器信号解算电路用于给旋转变压器提供激励信号,并将旋转变压器的输出模拟信号解算调理成符合微控制器输入要求的数字信号送入微控制器,电流检测及调理电路包括霍尔电流传感器及信号调理电路,霍尔电流传感器检测电机相绕组中的电流,并送入信号调理电路将信号调理到模数转换电路额定输入范围内的电压信号送入模数转换电路;模数转换电路以 1kHz 以上的采样频率采样送入的电压信号并将该电压信号转换为符合微控制器信号输入标准的数字信号后送入微控制器;微控制器对送入的电压信号进行数字滤波后求出时间  $T$  内的平均值,并根据当前相电流平均值及上次旋转变压器的零位偏差补偿值调整方向求解最佳旋转变压器的零位偏差补偿值;同时,微控制器将电机控制信号送入功率驱动电路,由功率驱动电路进行功率放大后驱动被测电机正常运行。

## 一种自动检测及补偿旋转变压器零位偏差的方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种检测及补偿旋转变压器零位偏差的方法及装置。

### 背景技术

[0002] 旋转变压器具有结构可靠、实时性好、环境适应性强等特点,被广泛用于电机伺服系统中精确检测伺服电机转子的位置。旋转变压器在安装时的装配误差会导致旋转变压器的零位产生偏差,从而导致电机实际转子位置与通过旋转变压器检测到的转子位置存在零位偏差。这种零位偏差的存在会引起不期望和不可控制的直流电流,严重时会造成伺服电机无法起动或反转。目前检测伺服电机转子零位偏差常用的方法为预定位法和高频注入法:预定位法是在伺服电机定子中通以直流电或施加方向固定的电压矢量将转子拖到预定位置,根据伺服电机转子位置传感器检测到的转子位置信息即可确定转子位置传感器的零位偏差,该方法的缺点是电机带负载或摩擦转矩较大时检测误差较大。高频注入法是利用电机的凸极或饱和效应来检测转子的初始位置,从而确定转子位置传感器的零位偏差。该方法的缺点是对硬件要求较高,工程实现难度较大。

### 发明内容

[0003] 为了解决现有旋转变压器零位偏差检测方法测量误差大、对硬件要求高、工程实现困难等不足,本发明提出一种自动检测及补偿旋转变压器零位偏差的方法,可显著简化检测旋转变压器零位偏差实施步骤,降低检测旋转变压器零位偏差的难度,并实现对旋转变压器零位偏差的自动补偿,操作方便,适应性强,且成本较低。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案包括以下步骤:

[0005] 1) 设定旋转变压器的初始零位偏差补偿值为零。转动电机,采样电机任意一相绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ ,并将这个电流转换为数字量,求取时间  $T$  内的平均值  $X$ ,时间  $T$  的取值与电流采样时间及电流纹波有关,在选定的采样率下,时间  $T$  的取值以能够求出足够逼近原始电流平均值的采样次数所耗费的时间为准则;

[0006] 2) 任意选定旋转变压器的零位偏差补偿值调整方向  $F$  (顺时针或逆时针),并设定旋转变压器的零位偏差补偿值调整方向  $F$  为  $+1$ ,以旋转变压器输出信号的最小分辨值为步进单位  $\Delta$ ,将旋转变压器的零位偏差补偿值增大一个  $\Delta$  后,采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ ,并将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值  $Y$ ;

[0007] 3) 根据  $X$ 、 $Y$ 、 $F$  的值确定旋转变压器的零位偏差补偿值的调整方向。

[0008] 当  $F$  为  $+1$  时:

[0009] 若  $X \leq Y$ ,将  $X$  的值更新为  $Y$  的值,将旋转变压器的零位偏差补偿值减小一个  $\Delta$ ,更新  $F$  值为  $-1$ ,采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ ,将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值作为当前的  $Y$  值。

[0010] 若  $X > Y$ ,将  $X$  的值更新为  $Y$  的值,将旋转变压器的零位偏差补偿值增大一个  $\Delta$ ,采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ ,并将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值,将

此平均值作为当前的 Y 值。

[0011] 当 F 为 -1 时：

[0012] 若  $X \leq Y$ ，将 X 的值更新为 Y 的值，将旋转变压器的零位偏差补偿值增大一个  $\Delta$ ，更新 F 值为 +1，采样电机绕组 P<sub>x</sub> 的当前电流信号 I，将这个电流转换为数字量后得到时间 T 内的平均值作为当前的 Y 值。

[0013] 若  $X > Y$ ，将 X 的值更新为 Y 的值，将旋转变压器的零位偏差补偿值减小一个  $\Delta$ ，更新 F 值为 -1，采样电机绕组 P<sub>x</sub> 的当前电流信号 I，并将这个电流转换为数字量后得到时间 T 内的平均值，将此平均值作为当前的 Y 值。

[0014] 4) 重复步骤 3)，直到旋转变压器的零位偏差补偿值连续出现摆动状态，即零位偏差补偿值连续交替出现  $(DT + \Delta)$  和  $(DT - \Delta)$  达到至少 150 次，此时 DT 即为最终的旋转变压器零位偏差补偿值。

[0015] 本发明还提供一种实现上述方法的装置，包括微控制器、功率驱动电路、旋转变压器信号解算电路、电流检测及调理电路、模数转换电路。旋转变压器信号解算电路用于给旋转变压器提供激励信号，并将旋转变压器的输出模拟信号解算调理成符合微控制器输入要求的数字信号送入微控制器，电流检测及调理电路包括霍尔电流传感器及信号调理电路，霍尔电流传感器检测电机相绕组中的电流，并送入信号调理电路将信号调理到模数转换电路额定输入范围内的电压信号送入模数转换电路。模数转换电路以 1kHz 以上的采样频率采样送入的电压信号并将该电压信号转换为符合微控制器信号输入标准的数字信号后送入微控制器。微控制器对送入的电压信号进行数字滤波后求出时间 T 内的平均值，并根据当前相电流平均值及上次旋转变压器的零位偏差补偿值调整方向求解最佳旋转变压器的零位偏差补偿值；同时，微控制器将电机控制信号送入功率驱动器，由功率驱动电路进行功率放大后驱动被测电机正常运行。

[0016] 本发明的有益效果是：可简化现有检测旋转变压器零位偏差技术的实施步骤，降低检测旋转变压器零位偏差的难度，自动实现旋转变压器零位偏差最佳补偿值的计算。

[0017] 本发明利用相电流与转子位置的关系，通过固化在微控制器中的程序，即可实现旋转变压器零位偏差的检测，并计算零位偏差的最佳补偿值，操作方便，适应性强；可在通用电机控制平台稍加改进即可实现，成本低。

## 附图说明

[0018] 图 1 是本发明的总体结构示意图

[0019] 图中，1- 微控制器；2- 模数转换电路；3- 功率驱动电路；4- 电流检测及调理电路；5- 电源电路；6- 旋转变压器信号解算电路；7- 装有旋转变压器的被测电机。

## 具体实施方式

[0020] 本发明包括以下步骤：

[0021] 1) 设定旋转变压器的初始零位偏差补偿值为零。转动电机，采样电机任意一相绕组 P<sub>x</sub> 的当前电流信号 I，并将这个电流转换为数字量后得到时间 T 内的平均值 X；

[0022] 2) 设定旋转变压器的零位偏差补偿值调整方向 F 为 +1，以旋转变压器输出信号的最小分辨值为步进单位  $\Delta$ ，将旋转变压器的零位偏差补偿值增大一个  $\Delta$  后，采样电机绕组

$P_x$  的当前电流信号  $I$ , 并将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值  $Y$ , ;

[0023] 3) 根据  $X$ 、 $Y$ 、 $F$  的值确定旋转变压器的零位偏差补偿值的调整方向。

[0024] 当  $F$  为  $+1$  时:

[0025] 若  $X \leq Y$ , 将  $X$  的值更新为  $Y$  的值, 将旋转变压器的零位偏差补偿值减小一个  $\Delta$ , 更新  $F$  值为  $-1$ , 采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ , 将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值作为当前的  $Y$  值。

[0026] 若  $X > Y$ , 将  $X$  的值更新为  $Y$  的值, 将旋转变压器的零位偏差补偿值增大一个  $\Delta$ , 更新  $F$  值为  $+1$ , 采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ , 并将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值, 将此平均值作为当前的  $Y$  值。

[0027] 当  $F$  为  $-1$  时:

[0028] 若  $X \leq Y$ , 将  $X$  的值更新为  $Y$  的值, 将旋转变压器的零位偏差补偿值增大一个  $\Delta$ , 更新  $F$  值为  $+1$ , 采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ , 将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值作为当前的  $Y$  值。

[0029] 若  $X > Y$ , 将  $X$  的值更新为  $Y$  的值, 将旋转变压器的零位偏差补偿值减小一个  $\Delta$ , 更新  $F$  值为  $-1$ , 采样电机绕组  $P_x$  的当前电流信号  $I$ , 并将这个电流转换为数字量后得到时间  $T$  内的平均值, 将此平均值作为当前的  $Y$  值。

[0030] 4) 重复步骤 3), 直到旋转变压器的零位偏差补偿值连续出现一定次数(如 200 次)的摆动状态, 即零位偏差补偿值连续交替出现  $(DT + \Delta)$  和  $(DT - \Delta)$  达到一定次数, 此时  $DT$  即为最终的旋转变压器零位偏差补偿值。

[0031] 本发明所述的实现上述方法的装置, 包括电源电路、微控制器、功率驱动电路、旋转变压器信号解算电路、电流检测及调理电路、模数转换电路(或模数转换模块)。旋转变压器解算电路用于给旋转变压器提供激励信号, 并将旋转变压器的输出模拟信号解算调理成符合微控制器输入要求的数字信号送入微控制器, 旋转变压器解算电路采用现有的技术手段即可。电流检测及调理电路包括霍尔电流传感器及信号调理电路, 霍尔电流传感器检测电机相绕组中的电流, 并送入信号调理电路将信号调理到模数转换电路额定输入范围内的电压信号送入模数转换电路。模数转换电路以一定的采样频率采样送入的电压信号并将该电压信号转换为符合微控制器信号输入标准的数字信号后送入微控制器。微控制器对送入的相电流采样信号进行数字滤波后求出时间  $T$  内的平均值, 并根据当前相电流平均值及上次旋转变压器的零位偏差补偿值调整方向自动求解最佳旋转变压器的零位偏差补偿值; 同时, 微控制器将电机控制信号送入功率驱动器以驱动电机运行。功率驱动电路将微控制器送入的控制信号进行功率放大后驱动被测电机正常运行。

[0032] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0033] 为了体现本发明的可实施性, 这里以装有旋转变压器的电机 GK6105-8SC61 为被测对象, 微控制器采用内部集成有模数转换模块的数字信号控制器 dsPIC30F6010A, 以集成功率模块 PM150LA120 为功率驱动器, 以霍尔电流传感器 CSM300B 及运放 TL082 构成电流检测及调理电路, 旋转变压器信号解算电路由 AD2S80 构成。

[0034] 实例具体实施步骤如下:

[0035] 1) 旋转变压器解算电路 6 采用通用的 12 位 AD2S80 解算电路产生 5KHz、有效值为 2.25V 的正弦激励信号送入旋转变压器, 并接收旋转变压器的输出信号进行解算, 将解算后

的 12 路数字信号送入微控制器 1。

[0036] 2)微控制器 1 设定旋转变压器的初始零位偏差补偿值为零。读取旋转变压器信号解算电路送入的信号,得到与电机转子位置对应的变量 RS,范围在  $0\sim 4095$ 。微控制器依据 RS 的值通过查表法,通过内置的 PWM 模块产生 6 路调幅比为 0.2 的 SPWM 驱动信号,送入三相功率驱动器 3。

[0037] 3)功率驱动电路 3 根据送入的 6 路驱动信号将绕组接入电源正极或电源地,驱动电机 7 旋转。

[0038] 4)利用电流检测及调理电路 4 中的霍尔电流传感器检测电机 7 的 A 相绕组相电流  $I_a$ ,并利用现有技术通过电流检测及调理电路 4 中 TL082 将 CSM300B 输出的信号调理成  $0\sim 5V$  范围内的电压信号送入模数转换电路 2。

[0039] 5)配置模数转换电路 2 以 10KHz 的采样频率采样送入的信号并将其转换为数字信号,送入微控制器 1 中。

[0040] 6)微控制器 1 对模数转换电路 2 送入的数字信号求取 20mS 内的平均值。并通过固化在微控制器中的程序进行旋转变压器的零位偏差检测及其最佳补偿值计算,具体过程如下:

[0041] (1)令旋转变压器的零位偏差补偿值 DT 的初始值为零,采样此时电机 A 相绕组电流  $I_a$  在 20mS 内的平均值,并将该值送入变量 X;

[0042] (2)令旋转变压器的零位偏差补偿值调整方向 F 为 +1,以旋转变压器输出信号的最小分辨率(1/1024)为步进单位  $\Delta$ ,将旋转变压器的零位偏差补偿值 DT 增大一个  $\Delta$  后,采样  $I_a$  在 20mS 内的平均值,并将该值送入变量 Y;

[0043] (3)根据 X、Y、F 的值确定旋转变压器的零位偏差补偿值的调整方向。

[0044] 当 F 为 +1 时:

[0045] 若  $X \leq Y$ ,将变量 Y 的值送入变量 X,将 DT 减小一个  $\Delta$ ,更新 F 值为 -1,采样  $I_a$  在 20mS 内的平均值,并将该值送入变量 Y。

[0046] 若  $X > Y$ ,将变量 Y 的值送入变量 X,将 DT 增大一个  $\Delta$ ,更新 F 值为 +1,采样  $I_a$  在 20mS 内的平均值,并将该值送入变量 Y。

[0047] 当 F 为 -1 时:

[0048] 若  $X \leq Y$ ,将 X 的值送入变量 Y,将 DT 增大一个  $\Delta$ ,更新 F 值为 +1,采样  $I_a$  在 20mS 内的平均值,并将该值送入变量 Y。

[0049] 若  $X > Y$ ,将 X 的值送入变量 Y,将 DT 减小一个  $\Delta$ ,更新 F 值为 -1,采样  $I_a$  在 20mS 内的平均值,并将该值送入变量 Y。

[0050] (4)重复上述(3)的检测及计算过程,直到 DT 的值在  $DT+\Delta$  和  $DT-\Delta$  间连续出现 200 次的摆动状态,此时的 DT 即认定为最终的旋转变压器零位偏差补偿值,至此就完成了对旋转变压器零位偏差的自动检测和补偿。

[0051] 通过上述的方法及装置可在电机正常运行前通过固化在微控制器中的程序自动检测旋转变压器的零位偏差并计算出最佳补偿值,降低了旋转变压器的零位偏差检测及补偿值计算的复杂度。

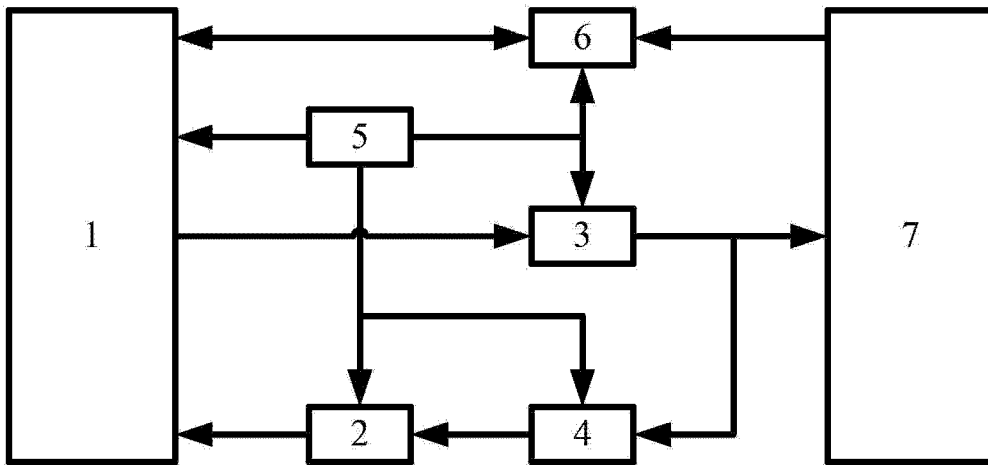


图 1