



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103701118 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201310706482. 8

(22) 申请日 2013. 12. 19

(71) 申请人 国电南京自动化股份有限公司

地址 210009 江苏省南京市鼓楼区新模范马
路 38 号

(72) 发明人 盛德刚 陈东 张少强 孙攀

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限
公司 32224

代理人 董建林 汪庆朋

(51) Int. Cl.

H02J 3/00(2006. 01)

H02J 3/38(2006. 01)

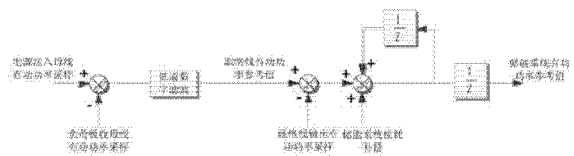
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于嵌入式控制器的微电网就地运行控制策略

(57) 摘要

本发明公开了一种基于嵌入式控制器的微电网就地运行控制策略,采集相电压、相电流和每条电源及负荷馈线的瞬时电流;计算联络线实时瞬时有功功率、电源瞬时有功功率和负荷瞬时有功功率;将电源注入母线有功功率采样与负荷吸收母线有功功率采样送入比较器求差值;低通数字滤波器的当前控制周期输出量即为当前控制周期的联络线有功功率参考值;将联络线有功功率参考值与当前联络线实时瞬时有功功率送入比较器求差值;将差值、储能系统损耗补偿值和上一控制周期储能系统有功功率参考值相加后,得到当前控制周期储能系统有功功率参考值,并将该参考值发送至储能变流器。本发明响应速度快,电能能够二次释放,可以广泛应用于各类微网系统中。



1. 一种基于嵌入式控制器的微电网就地运行控制策略,其特征在于,具体包括以下几个步骤:

(1) 通过采样模块采集相电压 U_a, U_b, U_c 及相电流 I_a, I_b, I_c , 并采集每条电源馈线的三相瞬时电流 $I_{aGi}, I_{bGi}, I_{cGi}$ 及每条负荷馈线的三相瞬时电流 $I_{aLi}, I_{bLi}, I_{cLi}$;

(2) 实时计算联络线实时瞬时有功功率 P 、电源瞬时有功功率 p_G 和负荷瞬时有功功率 p_L ;

(3) 将采样的电源瞬时有功功率 p_G 与负荷瞬时有功功率 p_L 送入比较器求差值,将差值作为低通数字滤波器的当前输入信号,其中,电源瞬时有功功率 p_G 取功率注入母线方向为参考方向,负荷瞬时有功功率 p_L 取流出母线方向为参考方向;

所述低通数字滤波器在 S 域传递函数为:

$$Y(S) = \frac{1}{1+TS} \cdot E(S) \quad (9)$$

其中, S 为拉普拉斯算子, Y 为输出量, E 为输入量, T 为时间常数,

离散化后实际执行算法如下:

$$Y(k) = \frac{T_c}{T_c + T} \cdot [E(k) - E(k-1) + Y(k-1)] \quad (10)$$

其中, T_c 为控制周期, $Y(k)$ 为当前控制周期输出量, $E(k)$ 为当前控制周期输入量, $E(k-1)$ 为上一控制周期输入量, $Y(k-1)$ 为上一控制周期输出量,所述低通数字滤波器的当前控制周期输出量 $Y(k)$ 即为当前控制周期的联络线有功功率参考值;

(4) 将所述联络线有功功率参考值与当前联络线实时瞬时有功功率 p 送入比较器求差值;

将差值、将由储能变流器厂家提供基准值并经现场实际调试获得的储能系统损耗补偿值和上一控制周期储能系统有功功率参考值相加后,得到当前控制周期储能系统有功功率参考值,并将所述当前控制周期储能系统有功功率参考值命令发送给储能变流器。

2. 根据权利要求 1 所述的基于嵌入式控制器的微电网就地运行控制策略,其特征在于,

所述联络线实时瞬时有功功率 P 、电源瞬时有功功率 p_G 和负荷瞬时有功功率 p_L 的计算方法如下:

将采集的相电压 U_a, U_b, U_c 转变为线电压 U_{ab}, U_{bc}, U_{ca} 后,再转回实际相电压 U_a', U_b', U_c' , 将相电压转为线电压:

$$\begin{cases} U_{ab} = U_a - U_b \\ U_{bc} = U_b - U_c \\ U_{ca} = U_c - U_a \end{cases} \quad (1)$$

再将线电压转为实际相电压:

$$\begin{cases} U_a' = (U_{ab} - U_{ca})/3 * K_u \\ U_b' = (U_{bc} - U_{ab})/3 * K_u \\ U_c' = (U_{ca} - U_{bc})/3 * K_u \end{cases} \quad (2)$$

其中, K_u 为电压标定比例系数,整定方法为

$$K_u = A_u / 2^n \quad (3)$$

其中, A_u 为电压输入量程, n 为采样转换精确度位数;

所述联络线实时瞬时有功功率 P 的计算方式为

$$p = U_a' I_a' + U_b' I_b' + U_c' I_c' \quad (4)$$

其中, I_a' 、 I_b' 、 I_c' 为经过定标转换的相电流, 计算方法为

$$\begin{cases} I_a' = I_a * K_i \\ I_b' = I_b * K_i \\ I_c' = I_c * K_i \end{cases} \quad (5)$$

其中, K_i 为电流标定比例系数, 整定方法为

$$K_i = A_i / 2^n \quad (6)$$

其中, A_i 为电流输入量程;

所述电源瞬时有功功率 p_G 的计算方式为

$$p_G = \sum_{i=1}^g (U_a' I_{aGi} + U_b' I_{bGi} + U_c' I_{cGi}) \quad (7)$$

其中, I_{aGi} 、 I_{bGi} 、 I_{cGi} 分别为第 i 条电源馈线 a、b、c 相瞬时电流;

所述负荷瞬时有功功率 p_L 的计算方式为

$$p_L = \sum_{i=1}^g (U_a' I_{aLi} + U_b' I_{bLi} + U_c' I_{cLi}) \quad (8)$$

其中, I_{aLi} 、 I_{bLi} 、 I_{cLi} 分别为第 i 条负荷馈线 a、b、c 相瞬时电流。

3. 根据权利要求 2 所述的基于嵌入式控制器的微电网就地运行控制策略, 其特征在于,

所述 A_u 由嵌入式控制器超采样模块额定输入电压 U_{in} 和电压传感器或互感器变比 M 决定, 计算方式为 $A_u = U_{in} * M$, n 值由嵌入式控制器超采样模块厂家提供;

所述 A_i 由嵌入式控制器超采样模块额定输入电流 I_{in} 和电流传感器或互感器变比 N 决定, 计算方式为 $A_i = I_{in} * N$, n 值由嵌入式控制器超采样模块厂家提供。

一种基于嵌入式控制器的微电网就地运行控制策略

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于嵌入式控制器的微电网就地运行控制策略,属于智能微网技术领域。

背景技术

[0002] 目前,智能微网技术领域一般通过调整可调热力负荷的方式平滑微网联络线功率。

[0003] 该方法存在响应速度慢、吸收电能难以二次释放、降低电能利用品质的缺点,且缺乏一般性,无法应用于缺乏可调热力负荷的微网中。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的不足,本发明目的是提供一种基于嵌入式控制器的微电网就地运行控制策略,响应速度快,电能能够二次释放,可以广泛应用于各类微网系统中。

[0005] 为了实现上述目的,本发明是通过如下的技术方案来实现:

[0006] 本发明的一种基于嵌入式控制器的微电网就地运行控制策略,具体包括以下几个步骤:

[0007] (1) 通过采样模块采集相电压 U_a 、 U_b 、 U_c 及相电流 I_a 、 I_b 、 I_c , 并采集每条电源馈线的三相瞬时电流 I_{aGi} 、 I_{bGi} 、 I_{cGi} 及每条负荷馈线的三相瞬时电流 I_{aLi} 、 I_{bLi} 、 I_{cLi} ;

[0008] (2) 实时计算联络线实时瞬时有功功率 P 、电源瞬时有功功率 p_c 和负荷瞬时有功功率 p_L ;

[0009] (3) 将采样的电源瞬时有功功率 p_c 与负荷瞬时有功功率 p_L 送入比较器求差值,将差值作为低通数字滤波器的当前输入信号,其中,电源瞬时有功功率 p_c 取功率注入母线方向为参考方向,负荷瞬时有功功率 p_L 取流出母线方向为参考方向;

[0010] 低通数字滤波器在 S 域传递函数为:

$$[0011] \quad Y(S) = \frac{1}{1+TS} \cdot E(S) \quad (9)$$

[0012] 其中, S 为拉普拉斯算子, Y 为输出量, E 为输入量, T 为时间常数,

[0013] 离散化后实际执行算法如下:

$$[0014] \quad Y(k) = \frac{T_c}{T_c + T} \cdot [E(k) - E(k-1) + Y(k-1)] \quad (10)$$

[0015] 其中, T_c 为控制周期, $Y(k)$ 为当前控制周期输出量, $E(k)$ 为当前控制周期输入量, $E(k-1)$ 为上一控制周期输入量, $Y(k-1)$ 为上一控制周期输出量,低通数字滤波器的当前控制周期输出量 $Y(k)$ 即为当前控制周期的联络线有功功率参考值;

[0016] (4) 将联络线有功功率参考值与当前联络线实时瞬时有功功率 p 送入比较器求差值;

[0017] 将差值、将由储能变流器厂家提供基准值并经现场实际调试获得的储能系统损耗

补偿值和上一控制周期储能系统有功功率参考值相加后,得到当前控制周期储能系统有功功率参考值,并将当前控制周期储能系统有功功率参考值命令发送给储能变流器。

[0018] 上述联络线实时瞬时有功功率 P 、电源瞬时有功功率 p_G 和负荷瞬时有功功率 p_L 的计算方法如下:

[0019] 将采集的相电压 U_a 、 U_b 、 U_c 转变为线电压 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{ca} 后,再转回实际相电压 U_a' 、 U_b' 、 U_c' ,

[0020] 将相电压转为线电压:

$$[0021] \quad \begin{cases} U_{ab} = U_a - U_b \\ U_{bc} = U_b - U_c \\ U_{ca} = U_c - U_a \end{cases} \quad (1)$$

[0022] 再将线电压转为实际相电压:

$$[0023] \quad \begin{cases} U_a' = (U_{ab} - U_{ca})/3 * K_u \\ U_b' = (U_{bc} - U_{ab})/3 * K_u \\ U_c' = (U_{ca} - U_{bc})/3 * K_u \end{cases} \quad (2)$$

[0024] 其中, K_u 为电压标定比例系数,整定方法为

$$[0025] \quad K_u = A_u / 2^n \quad (3)$$

[0026] 其中, A_u 为电压输入量程, n 为采样转换精确度位数;

[0027] 联络线实时瞬时有功功率 P 的计算方式为

$$[0028] \quad p = U_a' I_a' + U_b' I_b' + U_c' I_c' \quad (4)$$

[0029] 其中, I_a' 、 I_b' 、 I_c' 为经过定标转换的相电流,计算方法为

$$[0030] \quad \begin{cases} I_a' = I_a * K_i \\ I_b' = I_b * K_i \\ I_c' = I_c * K_i \end{cases} \quad (5)$$

[0031] 其中, K_i 为电流标定比例系数,整定方法为

$$[0032] \quad K_i = A_i / 2^n \quad (6)$$

[0033] 其中, A_i 为电流输入量程;

[0034] 电源瞬时有功功率 p_G 的计算方式为

$$[0035] \quad p_G = \sum_{i=1}^g (U_a' I_{aGi} + U_b' I_{bGi} + U_c' I_{cGi}) \quad (7)$$

[0036] 其中, I_{aGi} 、 I_{bGi} 、 I_{cGi} 分别为第 i 条电源馈线 a、b、c 相瞬时电流;

[0037] 负荷瞬时有功功率 p_L 的计算方式为

$$[0038] \quad p_L = \sum_{i=1}^g (U_a' I_{aLi} + U_b' I_{bLi} + U_c' I_{cLi}) \quad (8)$$

[0039] 其中, I_{aLi} 、 I_{bLi} 、 I_{cLi} 分别为第 i 条负荷馈线 a、b、c 相瞬时电流。

[0040] 上述 A_u 由嵌入式控制器超采样模块额定输入电压 U_{in} 和电压传感器或互感器变比 M 决定,计算方式为 $A_u = U_{in} * M$, n 值由嵌入式控制器超采样模块厂家提供; A_i 由嵌入式控制器超采样模块额定输入电流 I_{in} 和电流传感器或互感器变比 N 决定,计算方式为 $A_i = I_{in} * N$, n 值

由嵌入式控制器超采样模块厂家提供。

[0041] 本发明通过实时数字滤波的方式实现了微网联络线的有功功率平滑,克服了通过可调热力负荷响应慢、电能难以二次释放的缺点,可广泛应用于各类微网系统中;同时,采用该控制策略方式运行条件下,储能系统在单位长时间周期内总平均输出功率(电能)为 0,即可以满足并网条件下储能系统在自动平滑微网联络线输出功率的同时,荷电量在单位长时间周期内的稳定。

附图说明

[0042] 图 1 为本发明的嵌入式控制器系统架构图;

[0043] 图 2 为本发明的控制策略算法框图。

具体实施方式

[0044] 为使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面结合具体实施方式,进一步阐述本发明。

[0045] 本发明的嵌入式控制器是微电网控制系统的重要组成部分,必须于微电网控制系统体系中运行。微电网控制系统架构包括:

[0046] (1) 就地控制层:通过采集本地电量等信息实行自治式控制运行。

[0047] (2) 中间层:中间层的主要设备是嵌入式控制器,工程师可通过工控机或个人 PC 对中间层程序进行现场调试。中间层实时监测各分布式电源控制器、采样装置、储能系统的实时信息,对各装置发布控制策略指令和保护命令。

[0048] (3) 远程控制层:后台服务器对外提供操作员接口、展示接口和 Web 发布接口。同时也支持远动接口供调度或远方集控中心使用。

[0049] 本发明的系统架构可对三相电压、三相电流的采样进行扩展。

[0050] 嵌入式控制器应用于微电网控制系统架构中的中间层,系统配置参见图 1。

[0051] 本发明的方法专门应用于处于与大电网并网状态的微网。本发明的方法包括数据采集与处理部分和算法执行部分。

[0052] 数据采集与处理部分具体包括以下几个步骤:

[0053] 通过以最高可达 10kHz 的频率持续同步采集 PCC 点内外侧电压、联络线电流和微网内部各馈线电流。

[0054] 本装置中采用三相四线制采集输入接线,直接采集 a、b、c 三相与中性点之间的电压的瞬时值,需将直接采集的相电压转变为线电压后再转回相电压方可用于控制计算。电压测量转化方法如下:

[0055] 测量相电压转为测量线电压:

$$[0056] \begin{cases} U_{ab} = U_a - U_b \\ U_{bc} = U_b - U_c \\ U_{ca} = U_c - U_a \end{cases} \quad (1)$$

[0057] 上述式(1)中, U_a 、 U_b 、 U_c 为由三相电压电流超采样模块采集的相电压值, U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{ca} 为线电压值。再将线电压转为计算相电压,方法如下式:

$$[0058] \quad \begin{cases} U_a' = (U_{ab} - U_{ca})/3 * K_u \\ U_b' = (U_{bc} - U_{ab})/3 * K_u \\ U_c' = (U_{ca} - U_{bc})/3 * K_u \end{cases} \quad (2)$$

[0059] 上述式 (2) 中, U_a' , U_b' , U_c' 为实际相电压, K_u 为电压标定比例系数, 整定方法为

$$[0060] \quad K_u = A_u / 2^n \quad (3)$$

[0061] 式 (3) 中, A_u 为电压输入量程, n 为采样转换精确度位数。

[0062] 联络线实时瞬时有功功率计算方式为

$$[0063] \quad p = U_a' I_a' + U_b' I_b' + U_c' I_c' \quad (4)$$

[0064] 式 (4) 中 U_a 、 U_b 、 U_c 为相电压, I_a' 、 I_b' 、 I_c' 为经过定标转换的相电流, 计算方法为

$$[0065] \quad \begin{cases} I_a' = I_a * K_i \\ I_b' = I_b * K_i \\ I_c' = I_c * K_i \end{cases} \quad (5)$$

[0066] 上述式 (5) 中, I_a , I_b , I_c 为三相电压电流超采样模块采集的相电流值, K_i 为电流标定比例系数, 整定方法为

$$[0067] \quad K_i = A_i / 2^n \quad (6)$$

[0068] 上式 (6) 中, A_i 为电流输入量程。

[0069] 电源瞬时有功功率计算方式为

$$[0070] \quad p_G = \sum_{i=1}^g (U_a' I_{aGi} + U_b' I_{bGi} + U_c' I_{cGi}) \quad (7)$$

[0071] 式 (7) 中, I_{aGi} 、 I_{bGi} 、 I_{cGi} 分别为第 i 条电源馈线 a、b、c 相瞬时电流。

[0072] 负荷瞬时有功功率计算方式为

$$[0073] \quad p_L = \sum_{i=1}^g (U_a' I_{aLi} + U_b' I_{bLi} + U_c' I_{cLi}) \quad (8)$$

[0074] 式 (8) 中, I_{aLi} 、 I_{bLi} 、 I_{cLi} 分别为第 i 条负荷馈线 a、b、c 相瞬时电流。

[0075] 参见图 2, 算法执行部分具体包括以下几个步骤:

[0076] 首先将电源注入母线有功功率采样 p_G 与负荷吸收母线有功功率采样 p_L 送入比较器求差值作为低通数字滤波器当前输入信号。

[0077] 低通数字滤波器在 S 域传递函数为:

$$[0078] \quad Y(S) = \frac{1}{1+TS} \cdot E(S) \quad (9)$$

[0079] 上式中 S 为拉普拉斯算子; Y 为输出量; E 为输入量; T 为时间常数, 需根据平滑效果需求和系统配置设定。

[0080] 离散化后实际执行算法如下:

$$[0081] \quad Y(k) = \frac{T_c}{T_c + T} \cdot [E(k) - E(k-1) + Y(k-1)] \quad (10)$$

[0082] 式中 T_c 为控制周期, Y(k) 为当前控制周期输出量, E(k) 为当前输入量, E(k-1) 为上一控制周期输入量, Y(k-1) 为上一控制周期输出。

[0083] 低通数字滤波器输出 $Y(k)$ 即当前周期联络线有功功率参考值, 将之与当前联络线输出功率 p 比较后, 差值与储能系统损耗补偿值以及上一周期储能系统有功功率参考值相加后得到储能系统有功功率参考值命令。控制其将该指令发布给储能变流器。

[0084] A_u 由嵌入式控制器超采样模块额定输入电压 U_{in} 和电压传感器或互感器变比 M 决定, 计算方式为 $A_u=U_{in}*M$, n 值由嵌入式控制器超采样模块厂家提供; A_i 由嵌入式控制器超采样模块额定输入电流 I_{in} 和电流传感器或互感器变比 N 决定, 计算方式为 $A_i=I_{in}*N$, n 值由嵌入式控制器超采样模块厂家提供。

[0085] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解, 本发明不受上述实施例的限制, 上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理, 在不脱离本发明精神和范围的前提下, 本发明还会有各种变化和改进, 这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

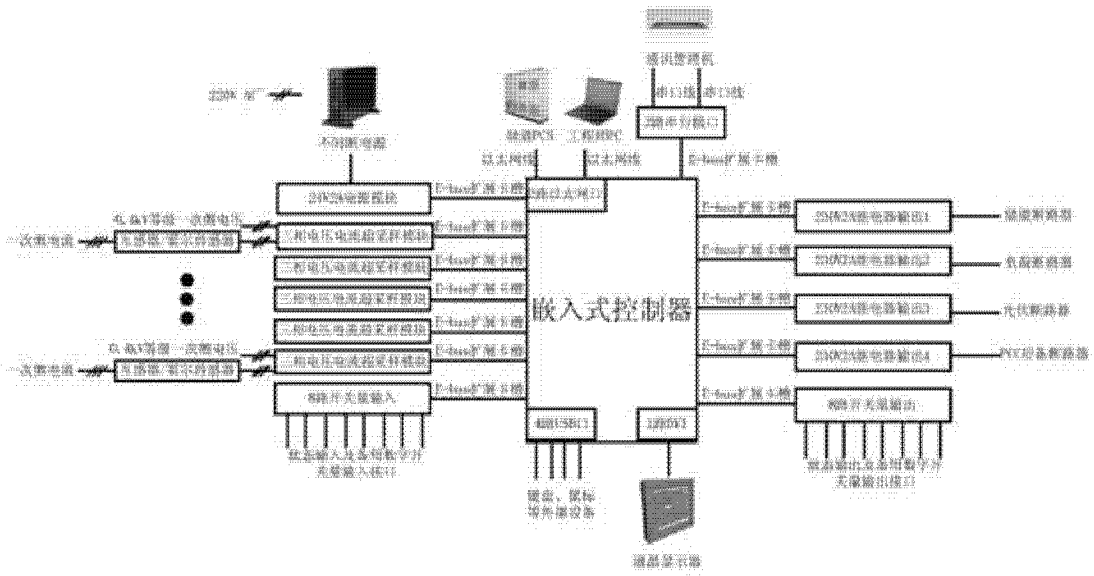


图 1

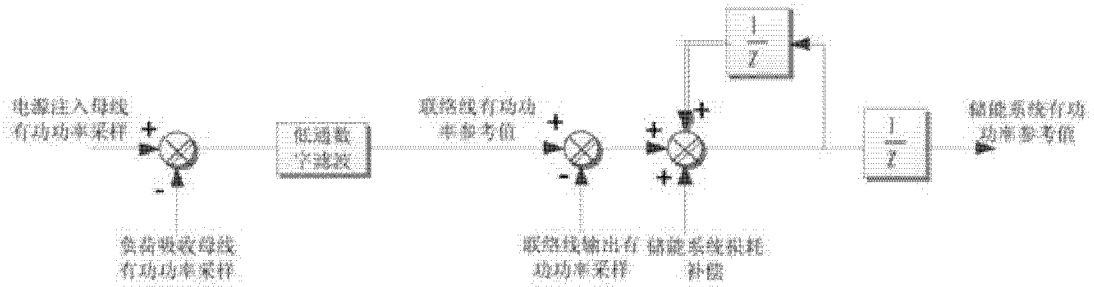


图 2