



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102508029 A

(43) 申请公布日 2012.06.20

(21) 申请号 201110287474.5

(22) 申请日 2011.09.26

(71) 申请人 北京东标电气股份有限公司  
地址 100041 北京市石景山区西井路甲1号

(72) 发明人 周继华 赵跃东

(51) Int. Cl.  
G01R 25/00 (2006.01)  
G01R 23/12 (2006.01)

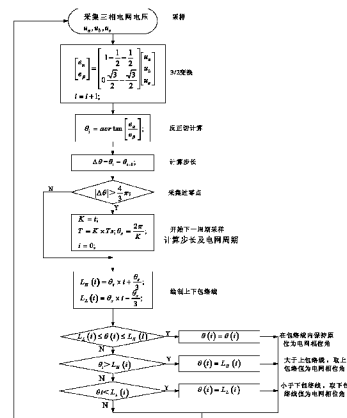
权利要求书 1 页 说明书 2 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种用于电网相位角跟踪的方法

(57) 摘要

本发明是一种用于电网相位角跟踪的方法,包括步骤:1)采集电网三相相电压,得到三相电压瞬时值;2)根据3/2变换,得到电网电压在两相静止坐标下分量 $U_\alpha, U_\beta$ ;3)用反正切变换,求出电网瞬时相角;4)求出即时步长值, $\Delta\theta = \theta_i - \theta_{i-1}$ ;5)当 $|\Delta\theta| > 4\pi/3$ 时,求出此工频周期内相位步长: $\theta_s = T/K6$ 确定上下包络线: $L_H(i) = \theta_s \times i + \theta_s/3, L_L(i) = \theta_s \times i - \theta_s/3$ ;7)在 $L_H(i) \geq \theta(i) \geq L_L(i)$ ,令 $\theta(i)$ 为真实值;当 $\theta(i) > L_H(i)$ ,则令 $L_H(i)$ 为真实值;当 $\theta(i) < L_L(i)$ ,则令 $L_L(i)$ 为真实值。本发明能够对电网的相角及频率进行精确地计算。



1. 一种用于网相位角跟踪的方法,其特征在于包括步骤:
  - 1) 采集电网三相相电压,得到三相电压瞬时值;
  - 2) 根据 3/2 变换,得到电网电压在两相静止坐标下分量  $U_\alpha, U_\beta$ ;
  - 3) 用反正切变换,求出电网瞬时相角;
  - 4) 求出即时步长值,  $\Delta \theta = \theta_i - \theta_{i-1}$ ;
  - 5) 当  $|\Delta \theta| > 4\pi/3$  时,求出此工频周期内相位步长:  $\theta_s = T/K$
  - 6) 确定上下包络线:  $L_H(i) = \theta_s \times i + \theta_s/3, L_L(i) = \theta_s \times i - \theta_s/3$ ;
  - 7) 在  $L_H(i) \geq \theta(i) \geq L_L(i)$ , 令  $\theta(i)$  为真实值;  
当  $\theta(i) > L_H(i)$ , 则令  $L_H(i)$  为真实值;  
当  $\theta(i) < L_L(i)$ , 则令  $L_L(i)$  为真实值。

## 一种用于电网相位角跟踪的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力供电技术,尤其是涉及一种用于电网相位角跟踪的方法。

### 背景技术

[0002] 目前,电网相序及相角检测大多采用硬件锁相环和软件锁相环方法,硬件锁相环一般采用电网电压过零点跟踪电网频率,而后用倍频锁相电路计算电网相位角。软件锁相环亦是基于捕获硬件锁相中过零点脉冲,然后进行一系列锁相计算,而电网电压在过零点附近,容易受到干扰,有重复过零现象发生,而采用滞环比较电路虽然避免了重复过零,却又带来了过零点检测不准确的问题。

[0003] 近来,由于高速信号处理器的发展,计算速度越来越快,而成本又不断下降,那么进行复杂的三角正余弦、正切、反正切计算已经可行。由于电网是一个频率微变,而三相电压又不是理想的正弦波,尤其在工业环境中,大量容性、感性负载及二极管、晶闸管整流负载影响下,电网波形会发生一定的畸变,导致简单的三角运算并不能精确地计算电网的相角及频率。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于采用一种绘制包络线的方法来约束电网相角,进而可求出电网的周期及频率。

[0005] 为实现本发明的目的,提出一种用于电网相位角跟踪的方法,该方法包括步骤:

[0006] 1) 采集电网三相相电压,得到三相电压瞬时值;

[0007] 2) 根据 3/2 变换,得到电网电压在两相静止坐标下分量  $U_\alpha, U_\beta$ ;

[0008] 3) 用反正切变换,求出电网瞬时相角;

[0009] 4) 求出即时步长值,  $\Delta \theta = \theta_i - \theta_{i-1}$ ;

[0010] 5) 当  $|\Delta \theta| > 4\pi/3$  时,求出此工频周期内相位步长:  $\theta_s = T/K$

[0011] 6) 确定上下包络线:  $L_H(i) = \theta_s \times i + \theta_s/3, L_L(i) = \theta_s \times i - \theta_s/3$ ;

[0012] 7) 在  $L_H(i) \geq \theta(i) \geq L_L(i)$ , 令  $\theta(i)$  为真实值;

[0013] 当  $\theta(i) > L_H(i)$ , 则令  $L_H(i)$  为真实值;

[0014] 当  $\theta(i) < L_L(i)$ , 则令  $L_L(i)$  为真实值。

[0015] 本发明的上述方法能够对电网的相角及频率进行精确地计算。

### 附图说明

[0016] 图 1 包络线  $L_H, L_L$  的示意图;

[0017] 图 2 是本发明电网相位角跟踪流程图。

[0018] 其中,  $U_a, U_b$  和  $U_c$  分别是 a 相电压、b 相电压和 c 相电压,  $e_\alpha$  和  $e_\beta$  分别是和  $\alpha$  轴电压和  $\beta$  轴电压;  $i$  为采集次数;  $\theta_i$  为第  $i$  次相位角;  $\Delta \theta$  为即时相位步长,  $\theta_s$  为相位角步长;  $T$  为电网周期;  $T_s$  为采集周期;  $L_H(i)$  为上包络线;  $L_L(i)$  为下包络线。

### 具体实施方式

[0019] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，对本发明进一步详细说明。

[0020] 利用微处理器采集经过调理电路处理过的电网三相相电压，并将其转化数字量，得到  $U_a$ 、 $U_b$  和  $U_c$  三相瞬时值，根据电机控制理论中经典的 3/2 变换，得到  $U_\alpha$ 、 $U_\beta$  变换阵；

$$[0021] \quad \begin{bmatrix} U_\alpha \\ U_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_a \\ U_b \\ U_c \end{bmatrix}$$

[0022] 再利用反正切变换，求出电网瞬时相角：

$$[0023] \quad \theta_i = \text{acr tan} \frac{U_\alpha}{U_\beta}$$

[0024] 本发明采用绘制包络线的方法来约束电网相角，进而可求出电网的周期及频率。图 1 是包络线  $L_H$ 、 $L_L$  的示意图。

[0025] 根据图 2 所示电网相位角跟踪流程具体绘制包络线的方法如下：

[0026] 其中，采样周期设为 20K，那么对应每个工频周期（50Hz 左右）有 400 个左右的采样点，采样点足以准确地绘制出包络线  $L_H$ 、 $L_L$ 。

[0027] 首先由上述两个变换公式得到电网相角瞬时值，求出即时相位步长值， $\Delta \theta = \theta_i - \theta_{i-1}$ ，如果一旦  $|\Delta \theta| > 4\pi/3$ ，此时定义为电网的相角为 0，从此时开始计数，直到下一次  $|\Delta \theta| > 4\pi/3$ ，这时采集了一个完整的工频周期。由此，根据一个工频采集次数 K 和采集周期  $T_s$  可以计算出工频周期  $T = K \cdot T_s$ ，那么相临两个采样周期中，角度差  $|\Delta \theta|$  应与  $2\pi/K$  相接近。在新的工频周期中，采用上一周期中所计算的步长  $\theta_s = 2\pi/K$ ，那么，

$$[0028] \quad L_H(i) = \theta_s \cdot i + \theta_s/3,$$

$$[0029] \quad L_L(i) = \theta_s \cdot i - \theta_s/3$$

[0030] 在最新得到的角度瞬时值  $\theta(i)$  中，如果  $L_H(i) \geq \theta(i) \geq L_L(i)$ ，则认为  $\theta(i)$  为真实值，如果  $\theta(i) > L_H(i)$ ，则令  $L_H(i)$  为真实值，如果  $\theta(i) < L_L(i)$ ，则令  $L_L(i)$  为真实值。由于电网频率相对较稳定，即使波形发生畸变，也可将相角稳定地预测，不致于导致计算出现较大波动。

[0031] 以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步的详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

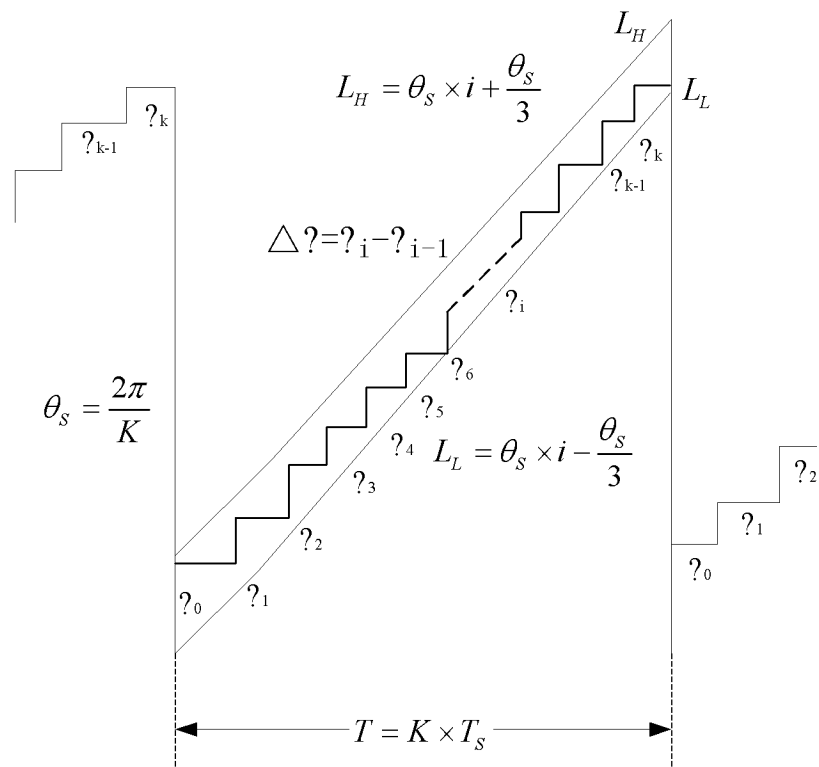


图 1

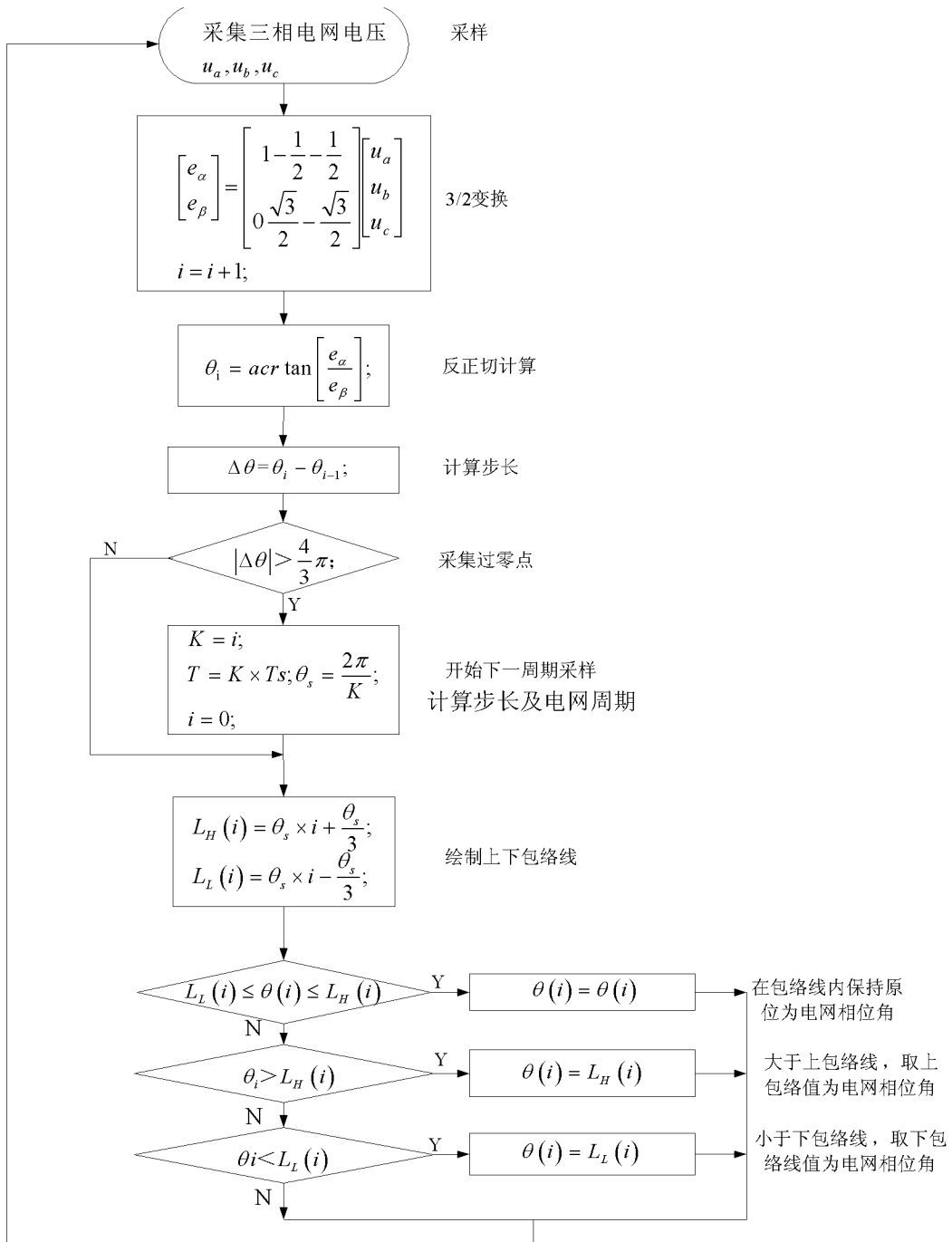


图 2