



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113551792 A

(43) 申请公布日 2021. 10. 26

(21) 申请号 202110767768.1

(22) 申请日 2021.07.07

(71) 申请人 贵州乌江水电开发有限责任公司
地址 550002 贵州省贵阳市南明区新华路9号

申请人 贵州乌江水电开发有限责任公司
皮滩发电厂

(72) 发明人 方贤思 何宇平 陈志 唐小波
叶紫 邹旭 胡雪峰 宋欣 赵文

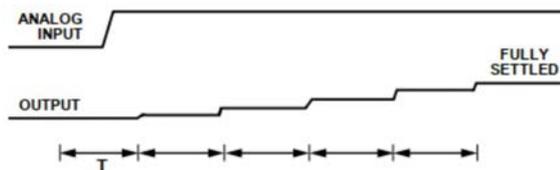
(74) 专利代理机构 南京禹为知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 32272
代理人 刘小莉

(51) Int. Cl.
G01K 7/16 (2006.01)
G01K 1/20 (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称
一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法

(57) 摘要
本发明公开了一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,包括,利用电阻温度探测器采集温度信号A;基于高斯低通滤波器设计滤波器,并结合切比雪夫函数优化滤波器;利用优化后的滤波器去除温度信号中的正弦波干扰,获得温度信号B;通过F-P滤波器对温度信号B中的低频信号进行滤波处理;本发明通过优化电阻温度探测器和滤波器,提升了PLC温度采集模块的抗干扰能力,且提升后的PLC温度采集模块具有测量范围宽、实用性强、精度高、可靠性高的优点。



1. 一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,其特征在于:包括,
 - 利用电阻温度探测器采集温度信号A;
 - 基于高斯低通滤波器设计滤波器,并结合切比雪夫函数优化所述滤波器;
 - 利用优化后的滤波器去除温度信号中的正弦波干扰,获得温度信号B;
 - 通过F-P滤波器对温度信号B中的低频信号进行滤波处理。
2. 如权利要求1所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,其特征在于:所述电阻温度探测器包括,
 - 在电阻温度探测器的输入线中置入磁环。
3. 如权利要求1或2所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,其特征在于:设计滤波器包括,
 - 采用巴特沃斯低通滤波器作为所述滤波器,基于所述低通滤波器设定滤波器的技术指标。
4. 如权利要求3所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,其特征在于:所述技术指标包括带宽、低端阻带处的抑制高度和带内回波损耗。
5. 如权利要求1或2所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,其特征在于:所述优化滤波器包括,
 - 选取所述切比雪夫函数作为滤波器的逼近函数,根据所述逼近函数确定谐振腔的数目,完成滤波器的优化。
6. 如权利要求5所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,其特征在于:所述切比雪夫函数包括,
 - 传输函数 S_{11} :

$$S_{11} = k \sum_{i=1}^M \frac{F_N(\omega)}{E_N(\omega)} + 1$$
 - 反射函数 S_{21} :

$$S_{21} = k^2 \sum_{i=1}^M \frac{P_N(\omega)}{\varepsilon E_N(\omega)}$$

其中,M为零点数,k为时延权值, ω 为时频变量, ε 为 $\omega = \pm 1$ 的等波纹常数, $F_N(\omega)$ 、 $E_N(\omega)$ 、 $P_N(\omega)$ 为切比雪夫函数的特性多项式。
7. 如权利要求1所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,其特征在于:所述滤波处理包括,

$$F(e^{j\omega}) = \frac{\omega_1}{q} X(e^{j\frac{\omega}{\omega_1}})$$

其中, $F(e^{j\omega})$ 为滤波处理后的信号频谱, $e^{j\omega}$ 为复指数序列,q为移频量, ω_1 为滤波后的基带信号的频带对应的角频率。
8. 如权利要求7所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,其特征在于:还包括,所述F-P滤波器由两个自聚焦透镜组成。

一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法

技术领域

[0001] 本发明涉及信号滤波的技术领域,尤其涉及一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法。

背景技术

[0002] 在工业生产中热电阻一般应用于中低温区的温度测量,不同材质的热电阻对应不同的测温范围,现场大多数采用的温度采集模块采用三线制Pt100测温电阻信号。但当机组并网运行接近最大发电功率时,发现机组多处定子绕组、主变油温测点开始出现无规律跳变,跳变测点通道分别出现在不同盘柜的不同测温模块,并且随着机组负荷增大,跳变幅度和频率也跟着升高,机组解列后跳变现象消失。同时未跳变通道外接线上存在干扰,基础噪声不规律且伴随着偶然的脉冲干扰。

发明内容

[0003] 本部分的目的在于概述本发明的实施例的一些方面以及简要介绍一些较佳实施例。在本部分以及本申请的说明书摘要和发明名称中可能会做些简化或省略以避免使本部分、说明书摘要和发明名称的目的模糊,而这种简化或省略不能用于限制本发明的范围。

[0004] 鉴于上述现有存在的问题,提出了本发明。

[0005] 因此,本发明提供了一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,能够解决当机组并网运行接近最大发电功率产生干扰的问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供如下技术方案:包括,利用电阻温度探测器采集温度信号A;基于高斯低通滤波器设计滤波器,并结合切比雪夫函数优化所述滤波器;利用优化后的滤波器去除温度信号中的正弦波干扰,获得温度信号B;通过F-P滤波器对温度信号B中的低频信号进行滤波处理。

[0007] 作为本发明所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的一种优选方案,其中:所述电阻温度探测器包括,在电阻温度探测器的输入线中置入磁环。

[0008] 作为本发明所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的一种优选方案,其中:设计滤波器包括,采用巴特沃斯低通滤波器作为所述滤波器,基于所述低通滤波器设定滤波器的技术指标。

[0009] 作为本发明所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的一种优选方案,其中:所述技术指标包括带宽、低端阻带处的抑制高度和带内回波损耗。

[0010] 作为本发明所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的一种优选方案,其中:所述优化滤波器包括,选取所述切比雪夫函数作为滤波器的逼近函数,根据所述逼近函数确定谐振腔的数目,完成滤波器的优化。

[0011] 作为本发明所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的一种优选方案,其中:所述切比雪夫函数包括,传输函数 S_{11} :

$$[0012] \quad S_{11} = k \sum_{i=1}^M \frac{F_N(\omega)}{E_N(\omega)} + 1$$

[0013] 反射函数 S_{21} :

$$[0014] \quad S_{21} = k^2 \sum_{i=1}^M \frac{P_N(\omega)}{\varepsilon E_N(\omega)}$$

[0015] 其中, M 为零点数, k 为时延权值, ω 为时频变量, ε 为 $\omega = \pm 1$ 的等波纹常数, $F_N(\omega)$ 、 $F_N(\omega)$ 、 $P_N(\omega)$ 为切比雪夫函数的特性多项式。

[0016] 作为本发明所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的一种优选方案,其中:所述滤波处理包括,

$$[0017] \quad F(e^{j\omega}) = \frac{\omega_1}{q} X(e^{j\frac{\omega}{\omega_1}})$$

[0018] 其中, $F(e^{j\omega})$ 为滤波处理后的信号频谱, $e^{j\omega}$ 为复指数序列, q 为移频量, ω_1 为滤波后的基带信号的频带对应的角频率。

[0019] 作为本发明所述的用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的一种优选方案,其中:还包括,所述F-P滤波器由两个自聚焦透镜组成。

[0020] 本发明的有益效果:本发明通过优化电阻温度探测器和滤波器,提升了PLC温度采集模块的抗干扰能力,且提升后的PLC温度采集模块具有测量范围宽、实用性强、精度高、可靠性高的优点。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。其中:

[0022] 图1为本发明第一个实施例所述的一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的滤波器的响应过程示意图;

[0023] 图2为本发明第一个实施例所述的一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的低频干扰滤波示意图;

[0024] 图3为本发明第二个实施例所述的一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的模拟电厂现场的干扰三角波示意图;

[0025] 图4为本发明第二个实施例所述的一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法的滤波结果示意图。

具体实施方式

[0026] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合说明书附图对本发明的具体实施方式做详细的说明,显然所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通人员在没有做出创造性劳动前提下

所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明的保护的范围内。

[0027] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0028] 其次,此处所称的“一个实施例”或“实施例”是指可包含于本发明至少一个实现方式中的特定特征、结构或特性。在本说明书中不同地方出现的“在一个实施例中”并非均指同一个实施例,也不是单独的或选择性的与其他实施例互相排斥的实施例。

[0029] 本发明结合示意图进行详细描述,在详述本发明实施例时,为便于说明,表示器件结构的剖面图会不依一般比例作局部放大,而且所述示意图只是示例,其在此不应限制本发明保护的范围内。此外,在实际制作中应包含长度、宽度及深度的三维空间尺寸。

[0030] 同时在本发明的描述中,需要说明的是,术语中的“上、下、内和外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一、第二或第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0031] 本发明中除非另有明确的规定和限定,术语“安装、相连、连接”应做广义理解,例如:可以是固定连接、可拆卸连接或一体式连接;同样可以是机械连接、电连接或直接连接,也可以通过中间媒介间接相连,也可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0032] 实施例1

[0033] 参照图1~图2,为本发明的第一个实施例,该实施例提供了一种用于PLC温度模块的抗干扰能力提升方法,包括:

[0034] S1:利用电阻温度探测器采集温度信号A。

[0035] 在电阻温度探测器的输入线中置入磁环,以削弱输入线上耦合的高频干扰。

[0036] S2:基于高斯低通滤波器设计滤波器,并结合切比雪夫函数优化滤波器。

[0037] 采用巴特沃斯低通滤波器作为滤波器,并基于低通滤波器设定滤波器的技术指标。

[0038] 其中,技术指标包括带宽、低端阻带处的抑制高度和带内回波损耗;带宽设为800MHz;低端阻带处的抑制高度设为30dB;带内回波损耗设为30dB。

[0039] 进一步的,选取切比雪夫函数作为滤波器的逼近函数,根据逼近函数确定谐振腔的数目,完成滤波器的优化。

[0040] 其中,切比雪夫函数包括:

[0041] (1) 传输函数 S_{11} :

$$[0042] \quad S_{11} = k \sum_{i=1}^M \frac{F_N(\omega)}{E_N(\omega)} + 1$$

[0043] (2) 反射函数 S_{21} :

$$[0044] \quad S_{21} = k^2 \sum_{i=1}^M \frac{P_N(\omega)}{\varepsilon E_N(\omega)}$$

[0045] 其中, M 为零点数, k 为时延权值, ω 为时频变量, ε 为 $\omega = \pm 1$ 的等波纹常数, $F_N(\omega)$ 、 $F_N(\omega)$ 、 $P_N(\omega)$ 为切比雪夫函数的特性多项式。

[0046] 根据逼近函数确定谐振腔的数目为5。

[0047] S3:利用优化后的滤波器去除温度信号中的正弦波干扰,获得温度信号B。

[0048] 滤波器的输出对于输入信号的响应需要至少5个采样周期,图1演示了滤波器的响应过程,图中, T 为滤波器采样周期,采样周期的计算公式为:

$$[0049] \quad T = (4 * 32 * F_s + T_1) / f_{clk}$$

[0050] 其中, F_s 为温度数据输出频率,当 $F_s = 1$ 时, $T_1 = 61$,当 $F_s > 1$ 时, $T_1 = 95$, f_{clk} 为滤波器时钟信号的频率。

[0051] S4:通过F-P滤波器对温度信号B中的低频信号进行滤波处理。

[0052] 其中需要说明的是, F-P滤波器由两个自聚焦透镜组成,避免了光在空气间隙中的衍射损耗。

[0053] 经F-P滤波器滤波处理后获得的信号频谱如下:

$$[0054] \quad F(e^{j\omega}) = \frac{\omega_1}{q} X(e^{j\frac{\omega}{\omega_1}})$$

[0055] 其中, $F(e^{j\omega})$ 为滤波处理后的信号频谱, $e^{j\omega}$ 为复指数序列, q 为移频量, ω_1 为滤波后的基带信号的频带对应的角频率。

[0056] 较佳的是, F-P滤波器对于50Hz (± 1 Hz)的工频干扰信号具有很好的抑制效果,图2显示了热电阻模块的滤波器对于低频干扰的滤波效果,对于50Hz的工频干扰,滤波器的衰减可达120dB。

[0057] 实施例2

[0058] 为了对本方法中采用的技术效果加以验证说明,本实施例对测温模块进行仿真实验,以验证本方法所具有的真实效果。

[0059] 根据在电厂测量到的干扰波形,在实验室采用同周期的三角波(参照图3),进行模拟,测试本方法对于电厂干扰的滤除效果,结果如图4所示;在图3中,人工模拟的干扰信号为叠加了高频信号的三角波,三角波峰峰值约2.4V,周期20ms;由图4可见,采用本方法对干扰信号滤波后的温度跳动在 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ 以内,模拟干扰测试达到了预期的效果。

[0060] 进一步的,对PLC温度采集模块的精度进行测试。

[0061] (1)用校验合格的电阻箱接入本方法的电阻温度探测器,在PLC温度采集模块的触摸屏上记录数值,结果如表1所示。

[0062] 表1:静态测试结果。

通道	电阻箱电阻 (Ω)	预期值 ($^\circ\text{C}$)	实际显示温度 ($^\circ\text{C}$)	误差 ($^\circ\text{C}$)
1	100	0	0.00	0

[0064]	4	127.45	71	71.00	0
		138.50	100	99.99	0.01
		100	0	0.00	0
	8	127.45	71	71.00	0
		138.50	100	100.00	0
		100	0	0.00	0
	8	127.45	71	70.99	0.01
		138.50	100	100.00	0
		100	0	0.00	0

[0065] (2) 同类长线新RTD传感器并接入电阻温度探测器,分别在室温和用干式校验炉加热情况下进行读值。

[0066] 表2:动态测试结果。

通道	室温 (°C)	干式炉温度 (°C)	显示温度 (°C)	误差 (°C)
1	17.1	/	17.1	0
4	17.1		17.2	0.1
8	17.1		17.0	0.1
1	/	30	29.99	0.01
		60	60.00	0
		100	100.00	0
4	/	30	29.98	0.02
		60	59.92	0.08
		100	99.89	0.11
8	/	30	30.00	0
		60	60.00	0
		100	100.10	0.1

[0068] 由表1、表2可见,本方法的滤波效果显著,温度跳动在±0.11°C范围内。

[0069] 应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

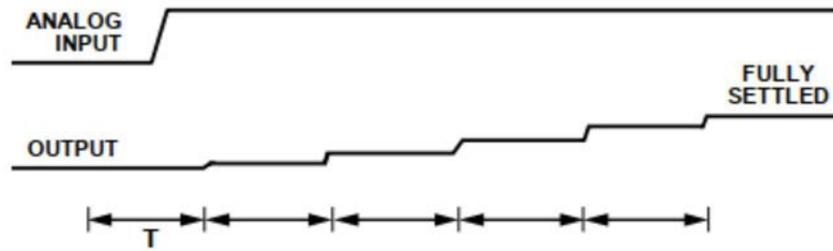


图1

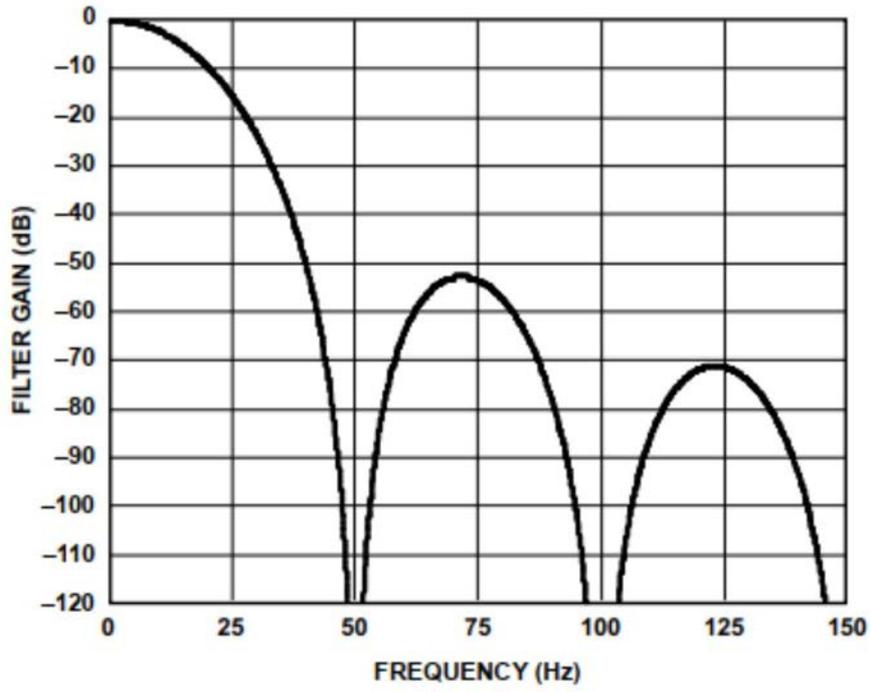


图2

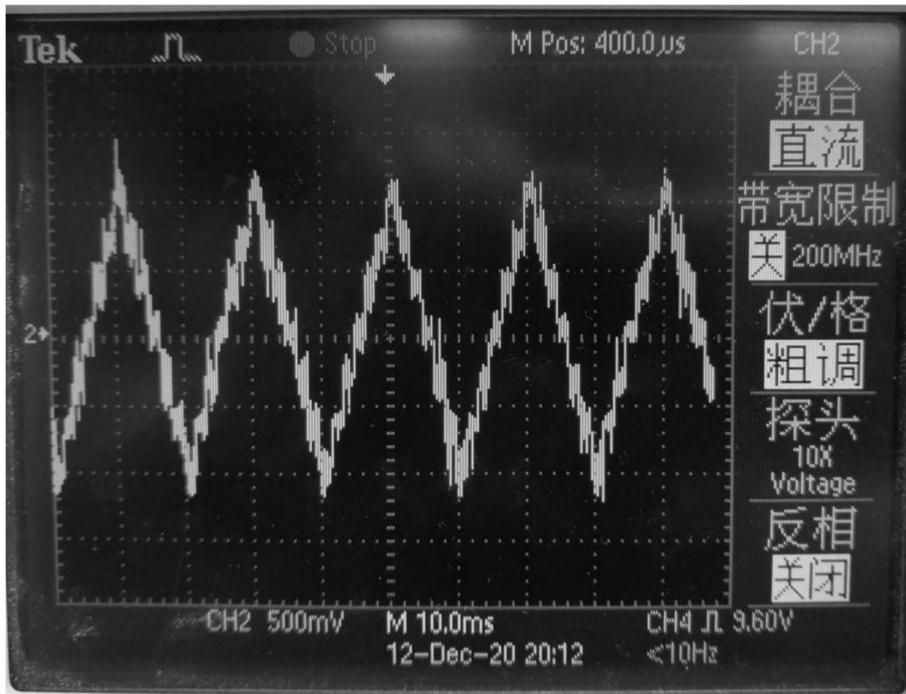


图3

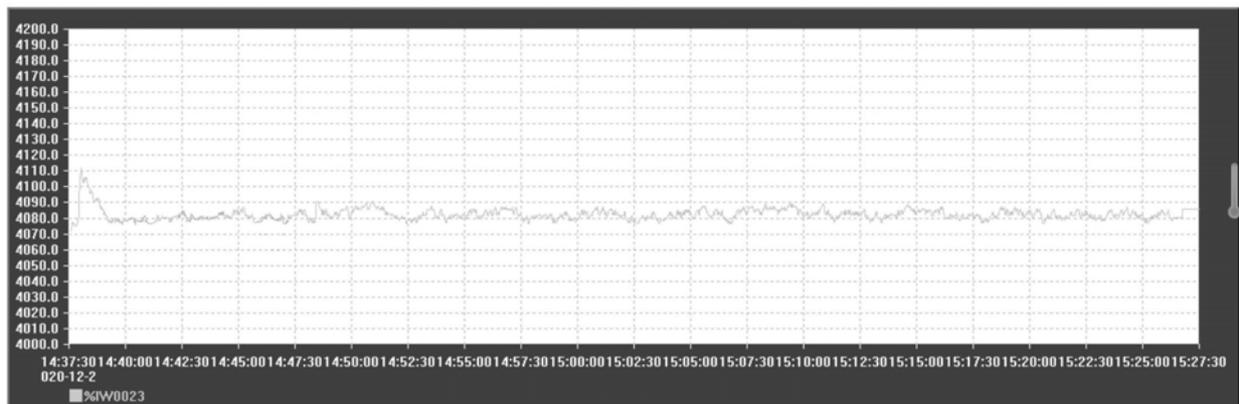


图4