



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103151993 B

(45)授权公告日 2017.06.16

(21)申请号 201310035236.4

(22)申请日 2013.01.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103151993 A

(43)申请公布日 2013.06.12

(73)专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街86号

专利权人 中国电力科学研究院

(72)发明人 付济良 王旭 王斯琪 周玮

匡义 徐晨

(74)专利代理机构 武汉帅丞知识产权代理有限

公司 42220

代理人 朱必武 周瑾

(51)Int.Cl.

H03F 3/20(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

精密交流电流放大器

(57)摘要

本发明涉及一种精密交流电流放大器，可对交流标准电流源进行高准确度实时等比例放大，具有良好的幅值增益稳定性和相位稳定性。它包括输入输出端口、电流放大电路、直流钳位电路、高频滤波电路。电流放大电路由运算放大器、变压器和电流互感器构成交流电流负反馈回路，在工作频段内，实现交流标准电流源的高准确度放大。直流钳位电路由积分电路和低通滤波电路组成，用于消除变压器和电流互感器在直流时的非线性影响。高频滤波电路用于防止电流放大电路振荡。本发明具有成本低、实时响应、准确度高、电流输出回路隔离、功率利用率高等优点。

(56)对比文件

CN 102185555 A, 2011.09.14,

CN 102841227 A, 2012.12.26,

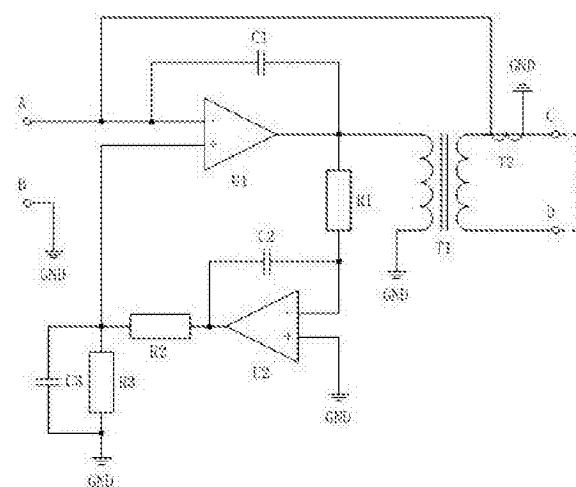
US 5696441 A, 1997.12.09,

CN 203193573 U, 2013.09.11,

李鹤等. 直流输电用零磁通直流电流互感器的研制.《高压电技术》.2012, 第38卷(第11期), 2981-2985.

邸志刚. 用于小电流测量的电子式电流互感器的研究与设计.《中国优秀博硕士学位论文全文数据库(硕士)工程科技II辑》.2005, C042-98.

审查员 严开元



1. 一种精密交流电流放大器，由输入输出端口、电流放大电路、直流钳位电路、高频滤波电路构成，其特征在于：

所述电流放大电路，包括第一运算放大器、变压器、电流互感器；第一运算放大器U1反向输入端接电流输入端口，其输出接变压器输入端；变压器输出端串联电流互感器接电流输出端口；电流互感器输出接第一运算放大器反向输入端；

所述直流钳位电路，包括第二运算放大器、电阻、电容；第二运算放大器U2和电阻R1、电容C2组成积分电路；电阻R2、R3和电容C3组成低通滤波电路；积分电路输入接电流放大电路的第一运算放大器输出端，输出接低通滤波电路输入端；低通滤波电路输出接电流放大电路的第一运算放大器正向输入端；

所述高频滤波电路，包括电容C1；电容C1一端接电流放大电路的第一运算放大器输出端，另一端接电流放大电路的第一运算放大器反相输入端。

2. 根据权利要求1所述的精密交流电流放大器，其特征在于，所述电流放大电路的第一运算放大器为大电流运算放大器；变压器为升流变压器；电流互感器为仪表用精密交流电流互感器。

3. 根据权利要求1所述的精密交流电流放大器，其特征在于，所述电流放大电路输入端与信号源之间还串联一精密电阻，使交流标准电压源也能够作为输入标准源。

精密交流电流放大器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种精密交流电流放大器，属于对电力测试仪器的校准、检定与检测领域，特别涉及一种可对交流标准电流源进行高准确度放大的装置。

背景技术

[0002] 在对具有大电流测量能力的电力测试仪器的校准、检定与检测工作中，往往需要提供输出电流达几十安培的大电流交流标准电流源。小电流交流标准源比较容易获得，而低成本、高准确度的大电流交流标准电流源却不易获得。

[0003] 大电流交流标准电流源，一般由小电流交流标准源经过交流电流放大器实现。为使输出电流达到几十安培，传统的交流电流放大器主要有以下几种方式。

[0004] 程控放大器、变压器、微处理器组合方式：信号经前置程控放大，变压器扩流，通过电流采样，微处理器计算后调节程控放大器增益，使输出电流稳定在设定值。该方式信号源和放大器一体，需要微处理器配合，对各电路元件稳定性要求高，结构复杂，不够灵活，且输出电流调节具有滞后性。

[0005] 运算放大器、功率管组合方式：该方式需要输出能力达几十安培的大电流功率管和电源，功耗大，且过零点交越失真不易克服。

[0006] 大电流运算放大器驱动方式：该方式需要输出能力达几十安培的大电流运算放大器和电源，成本高，功耗大。

[0007] 精密电流互感器扩流方式：该方式所需精密电流互感器结构笨重，成本高，且带负载能力弱。

[0008] 有鉴于此，有必要提供一种精密交流电流放大器，可对小电流交流标准源进行高准确度实时等比例放大，以满足工业应用需要。

发明内容

[0009] 本发明所要解决的技术问题是：针对现有交流电流放大技术的不足，提供一种改进的精密交流电流放大器，可以对小信号交流标准电流源进行高准确度实时等比例放大，具有良好的幅值增益稳定性和相位稳定性，从而为具备大电流测量能力的电力测试类仪器的高准确度校验工作提供条件和保障。

[0010] 本发明所采用的技术方案是：一种精密交流电流放大器，由输入输出端口、电流放大电路、直流钳位电路、高频滤波电路构成，其特征在于：

[0011] 所述电流放大电路，包括第一运算放大器、变压器、电流互感器；第一运算放大器U1反向输入端接电流输入端口，其输出接变压器输入端；变压器输出端串联电流互感器接电流输出端口；电流互感器输出接第一运算放大器反向输入端；

[0012] 所述直流钳位电路，包括第二运算放大器、电阻、电容；第二运算放大器U2和电阻R1、电容C2组成积分电路；电阻R2、R3和电容C3组成低通滤波电路；积分电路输入接电流放大电路的第一运算放大器输出端，输出接低通滤波电路输入端；低通滤波电路输出接电流

放大电路的第一运算放大器正向输入端；

[0013] 所述高频滤波电路，包括电容C1；电容C1一端接电流放大电路的第一运算放大器输出端，另一端接电流放大电路的第一运算放大器反相输入端。

[0014] 如上所述的精密交流电流放大器，其特征在于，所述电流放大电路的第一运算放大器为大电流运算放大器；变压器为升流变压器；电流互感器为仪表用精密交流电流互感器。

[0015] 如上所述的精密交流电流放大器，其特征在于，所述电流放大电路输入端与信号源之间还能够串联一精密电阻，使交流标准电压源也能够作为输入标准源。

[0016] 本发明的有益效果是：除升流变压器输出回路为大电流外，电路其他部分元件包括电源均工作在低电流状态，功率利用率高，成本低；输出电流随输入电流信号实时变化，输出电流波形和相位主要由精密电流互感器决定，准确度高。电流输出回路与电路中其他元件电气隔离，既能有效保护电路元件，又不存在与负载共地的问题。

附图说明

[0017] 图1是本发明精密交流电流放大器的电路原理示意图。

具体实施方式

[0018] 为了更好地理解本发明，下面结合实施例进一步阐明本发明的内容，但本发明的内容不仅仅局限于下面的实施例。本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改，这些等价形式同样在本申请所列权利要求书限定范围之内。

[0019] 各图中标号的说明：A、B—输入端口、C、D—输出端口、U1—电流放大电路运算放大器、U2—积分电路运算放大器、T1—升流变压器、T2—电流互感器、R1—积分电路电阻、R2、R3—低通滤波电路电阻、C1—高频滤波电容、C2—积分电容、C3—低通滤波电路电容、GND—参考地电位点。

[0020] 本发明提供一种精密交流电流放大器，可对交流标准电流源进行高准确度实时等比例放大，具有良好的幅值增益稳定性和相位稳定性。它包括输入输出端口、电流放大电路、直流钳位电路、高频滤波电路。电流放大电路由运算放大器、变压器和电流互感器构成交流电流负反馈回路，在工作频段内，实现交流标准电流源的高准确度放大。直流钳位电路由积分电路和低通滤波电路组成，用于消除变压器和电流互感器在直流时的非线性影响。高频滤波电路用于防止电流放大电路振荡。

[0021] 如图1所示，一种精密交流电流放大器，由输入输出端口、电流放大电路、直流钳位电路、高频滤波电路构成，其特征在于：

[0022] 所述电流放大电路，涉及运算放大器U1、变压器、电流互感器；运算放大器U1反向输入端接电流输入端口，其输出接变压器输入端；变压器输出端串联电流互感器接电流输出端口；电流互感器输出接运算放大器U1反向输入端；

[0023] 所述直流钳位电路，涉及运算放大器U2、电阻、电容；运算放大器U2和电阻R1、电容C2组成积分电路；电阻R2、R3和电容C3组成低通滤波电路；积分电路输入接电流放大电路运算放大器U1输出端，输出接低通滤波电路输入端；低通滤波电路输出接电流放大电路运算放大器U1正向输入端；

[0024] 所述高频滤波电路,涉及电容;电容一端接电流放大电路运算放大器U1输出端,另一端接电流放大电路运算放大器U1反相输入端。

[0025] 如上所述的精密交流电流放大器,其特征在于,所述电流放大电路的运算放大器为大电流运算放大器;变压器为升流变压器;电流互感器为仪表用精密交流电流互感器。

[0026] 如上所述的精密交流电流放大器,其特征在于,所述电流放大电路输入端与信号源间还可串联一精密电阻,则可将小信号交流标准电压源转换成大电流交流标准电流源。

[0027] 本发明的工作原理是:运算放大器U1、变压器T1和电流互感器T2组成交流电流负反馈电路。在交流工作频段内:运算放大器输出电流能力为 I_m ,变压器T1输出与输入电流比值为N,则放大器电流输出能力为 $N \cdot I_m$;电流互感器输出与输入电流比值为K,则放大器输出电流 I_o 与输入电流 I_i 的关系式为: $I_o = I_i / K$ 。

[0028] 因变压器T1、电流互感器T2均为非线性元件,直流信号无法通过,高频信号则会产生高附加相移,因而需要增加直流反馈和高频反馈回路,以保障放大器电路正常工作。为此增加直流钳位电路和高频滤波电路。直流钳位电路由积分电路和低通滤波电路组成,使得运算放大器U1输出端直流电平钳位在地电位点,而工作频段内交流信号则几乎不受影响。高频滤波电路使高频分量直接通过电容C1反馈回运算放大器U1反向输入端,以避免放大器电路振荡。

[0029] 本说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

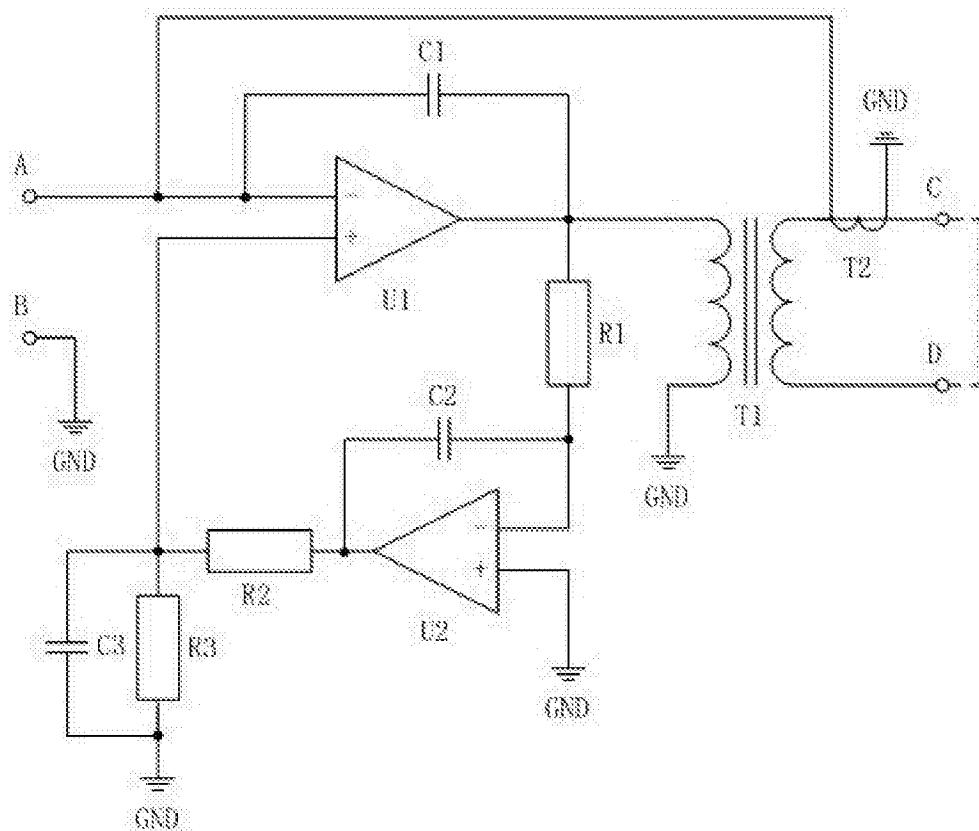


图1