

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01R 35/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810197550.1

[43] 公开日 2009年3月25日

[11] 公开号 CN 101393255A

[22] 申请日 2008.11.7

[21] 申请号 200810197550.1

[71] 申请人 国网武汉高压研究院

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路143号

[72] 发明人 张军 雷民 章述汉 项琼
王斯琪 陈习文

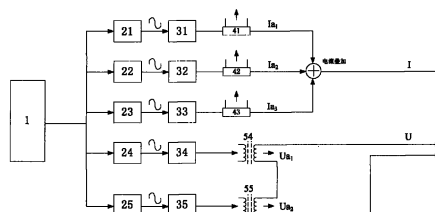
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

[54] 发明名称

一种氧化锌避雷器测试仪校验装置

[57] 摘要

一种氧化锌避雷器测试仪校验装置，包括控制器、信号产生模块、精密电流源模块、参比电压回路信号调理模块、精密四端电阻和精密电压互感器。在控制器的作用下，每个信号产生模块产生独立的幅值、频率、相角可调的高度平滑正弦信号，这些正弦信号对后级各自独立的精密电流源模块、参比电压回路信号调理模块、精密电压互感器进行激励，从而形成相互独立的各次电流分量和电压分量驱动信号，电流分量通过直接并联相加，合成并输出全电流，电压分量通过驱动精密电压互感器副边串联相加输出参比电压。利用该校验装置可以对氧化锌避雷器测试仪主要的测量功能即全电流、阻性电流、容性电流、参比电压、相角、谐波分量等测量功能进行高准确度的校验。



1、一种氧化锌避雷器测试仪校验装置，由控制器（1）、信号产生模块（21）（22）（23）（24）（25）、精密电流源模块（31）（32）（33）、参比电压回路信号调理模块（34）（35）、精密四端电阻（41）（42）（43）、精密电压互感器（54）（55）组成，其特征在于：由控制器（1）的输出控制信号连接信号产生模块（21）（22）（23）（24）（25）的控制端，信号产生模块（21）（22）（23）的输出分别连接相应精密电流源模块（31）（32）（33）的输入，精密电流源模块（31）（32）（33）的输出分别通过精密四端电阻（41）（42）（43）产生输出电流分量 I_{a1} 、 I_{a2} 、 I_{a3} ，并联叠加后产生全电流 I 输出，信号产生模块（24）（25）的输出分别连接相应参比电压回路信号调理模块（34）（35）的输入，参比电压回路信号调理模块（34）（35）的输出端分别与精密电压互感器（54）（55）原边相连接，通过耦合，精密电压互感器（54）副边产生电压分量输出 U_{a1} ，精密电压互感器（55）副边产生电压分量输出 U_{a2} ，二个精密电压互感器（54）（55）副边相串联使各输出电压 U_{a1} 、 U_{a2} 叠加，提供参比电压 U 输出。

2、如权利要求 1 所述的氧化锌避雷器测试仪校验装置，其特征在于：信号产生模块（21）（22）（23）（24）（25）信号产生模块采取基于 DDS 芯片 AD9951 的电路。

一种氧化锌避雷器测试仪校验装置

技术领域

本发明涉及一种氧化锌避雷器测试仪校验装置，属于电力测试仪器的校准、检定与检测领域，利用该校验装置可以对氧化锌避雷器测试仪主要的测量功能即全电流、阻性电流、容性电流、参比电压、相角、谐波分量等测量功能进行高准确度的校验，并且所产生的各次标准电压、标准电流信号均能同步、方便、有效的进行量值溯源。

背景技术

随着氧化锌避雷器被广泛应用，电力系统的安全性得到了极大的提高。但是由于氧化锌避雷器工作环境恶劣，容易产生老化等现象，所以对氧化锌避雷器定期进行检测十分必要。鉴于这种情况，国内很多电力测试仪器制造厂家开始研制、生产氧化锌避雷器测试仪。但据调查，国内市场上的氧化锌避雷器测试仪质量参差不齐，对这类测试仪进行校验并对用户提供可靠的校验数据对提高预防性试验的质量具有积极意义。在《DL/T 987-2005 氧化锌避雷器阻性电流测试仪通用技术条件》中，明确要求对氧化锌避雷器测试仪的全电流、阻性电流、容性电流等测量功能进行检测。

根据申请人所知，目前国内有关技术单位校验氧化锌避雷器测试仪的方法主要包括：传统的 RC 阻容网络法和普通标准信号源法，各有不足，具体分析如下：

其中，传统的 RC 阻容网络法，其原理是：在工频电压（即参比电压）的激励下，通过阻容网络的配置产生与参比电压具有一定相位差的电流信号（即全电流），产生的参比电压和全电流可用于对氧化锌避雷器测试仪进行校验。该方法的不足是：回路中使用的标准电阻、标准电容受环境影响较大，接线繁琐，操作复杂，对测量结果的影响较大，且测试数据单一，相角问题不易解决，校验工作必须的谐波电压和谐波电流无法产生，且受试品影响导致标准值变化较大，进而影响对氧化锌避雷器测试仪的校准结果

其中，普通标准信号源方法，其原理是：利用电子电路等技术，产生标准信号源即直接给出一路参比电压信号和一路全电流信号，用以对氧化锌避雷器测试仪进行校验。利用该方法产生的参比电压和全电流基本可以实现含有各次谐波电压和谐波电流分量。该方法的不足是：仅通过这种思路设计的校验装置本身的量值溯源很难得到保证，比如采取普通标准信号源法给出的全电流时，各次谐波电流的幅值、相位、频率等参数很难高准确度的溯源，简单的说就是难以得到验证，其原因在于：这些谐波电流分量包含在

全电流里,对这些分量进行溯源时只能通过信号分析(比如傅里叶变换等)手段“间接”的计算出来,这种“间接”的计算或提取过程无疑会降低谐波电流分量溯源结果的可信度,其结果就是导致基于该方法的氧化锌避雷器测试仪校验装置的设计方案很难保证全电流中各次谐波电流分量的良好溯源性,也就是各次谐波电流分量的幅值、相位、频率到底准确与否很难说清楚;同理,基于普通标准信号源给出的参比电压含谐波电压时,各次谐波电压的幅值、相位、频率等参数很难高准确度的溯源。

综上所述,目前国内可以参考的校验装置和校验方法在工作原理和可溯源性上均存在不足,准确度不能满足要求,市场上大量的氧化锌避雷器测试仪标称的最大允许误差只达到幅值测量 0.5%,角度测量 0.2°左右,急需设计具有良好可溯源性的氧化锌避雷器测试仪校验装置,也就是准确度高并且可以得到有效验证的氧化锌避雷器测试仪校验装置,满足目前校验工作的紧迫需要。

发明内容

本发明的目的是针对现有氧化锌避雷器测试仪校验装置设计原理上的不足,尤其是校验装置在可溯源性上的不足进行了改进,提供一种氧化锌避雷器测试仪校验装置,具有良好可溯源性,并提高校验精度。

为了实现上述目的,本发明技术方案提供一种氧化锌避雷器测试仪校验装置,由控制器、信号产生模块、精密电流源模块、参比电压回路信号调理模块、精密四端电阻、精密电压互感器组成,其特征在于:控制器的输出控制信号分别连接 5 个信号产生模块的控制端,其中有 3 个信号产生模块的输出分别连接相应的 3 个精密电流源模块的输入,3 个精密电流源模块分别通过相应的 3 个精密四端电阻输出相应的电流分量,并联后各电流分量叠加提供全电流输出,其中有 2 个信号产生模块的输出分别连接相应的 2 个参比电压回路信号调理模块的输入,2 个参比电压回路信号调理模块的输出分别与相应 2 个精密电压互感器原边相连接,通过偶合,2 个精密电压互感器的副边分别输出相应的电压分量,2 个精密电压互感器的副边相串联后电压分量叠加提供参比电压输出。

其工作原理为:在控制器的控制作用下,每个信号产生模块可以产生独立的幅值、频率、相角可调的高度平滑的正弦信号单元,这些正弦信号单元可对后级各自独立的精密电流源模块、参比电压回路信号调理模块、精密电压互感器进行激励,从而形成相互独立的各次电流分量和电压分量驱动信号,并且各次电流分量通过直接并联相加,最终合成并输出含有各次谐波分量的全电流,而电压分量驱动信号则通过驱动精密电压互感

器偶合，其副边串联相加并最终输出含有各次谐波分量的参比电压。

如上所述的氧化锌避雷器测试仪校验装置，其特征在于：信号产生模块采取基于 DDS 芯片 AD9951 的电路，用 DDS 芯片的直接数字合成技术来方便的产生频率稳定可调、幅值稳定可调、相位稳定可调并且曲线高度平滑稳定的正弦信号。

其次，本发明在设计上还采用了如下核心技术：

1、幅值、频率和相位稳定可调且曲线平滑的正弦信号产生模块

为了达到高准确度的校验目的，首先需要生成若干基本的正弦信号单元，这些正弦信号单元将用来激励后置的电流源电路和恒压源电路并产生相应的标准参比电压和标准全电流。为了首先获得幅值和频率稳定可调、且曲线平滑的正弦信号单元，采取了直接数字合成技术即 DDS 芯片来产生正弦信号。直接数字合成技术目前主要在高频信号领域采取较多，在电气测试领域使用还较少。其主要特点是基于直接数字合成理论，提出了一种频率可高速变化的正弦信号（或任意周期波形）产生办法，这种技术应用在本发明中可方便的产生频率稳定可调、幅值稳定可调、相位稳定可调并且曲线高度平滑稳定的正弦信号。其中：正弦信号的频率除了可为 50Hz 基波外，还可方便的配置成各次谐波频率，并且非常稳定；正弦信号的幅值分辨率可达 14 位，满足本发明的需要；更重要的是正弦信号曲线虽然仍为离散化的，但是曲线幅值的刷新间隔小于 1us，非常平滑，通过普通示波器已看不到“阶梯”，这种“曲线高度平滑”的效果完全可以避免采取后续的滤波电路，从而大大减少的滤波电路带来的幅值和相位的负面效应。

2、精密电流源电路和参比电压回路信号调理电路的设计采取了“模块”化的方式

本发明对核心的精密电流源电路和参比电压回路信号调理电路在设计上采取了“模块”化的方式。即每个精密电流源模块或参比电压回路信号调理模块的输入信号为一个独立纯净的正弦信号，该信号来自直接数字合成电路即 DDS 芯片，在独立的幅频可调的正弦信号的激励下，每个精密电流源模块或参比电压回路信号调理模块可分别输出不同幅值、频率、相位的电流、电压分量，这些电流、电压分量可作为全电流和参比电压的各个分量，并且每个精密电流源模块选取了高性能器件，接近输出阻抗无穷大的理想电流源要求，并且基于输出阻抗接近无穷大的特点，这些精密电流源模块可以直接并联以合成全电流信号，达到电流相加的目的。同时参比电压回路信号调理模块也可是直接串联合成参比电压信号。基于这种“模块”化思想，本发明形成了如下特点：在输出全电流和参比电压的同时能将各次电流分量和电压分量分别引出，这种方式有利于在本校验装置去上级单位溯源时可以在输出全电流和参比电压的背景下同时根据需要引出各次

电流分量和电压分量，也就是可以“同步”对任意谐波分量的幅值、频率、相位进行溯源，大大提高了溯源结果的有效性，保证了本校验装置产生的各次谐波分量的准确度。

3、精密电压源的设计中采取了精密电压互感器

本发明在输出参比电压时，专门制作了原边低压，副边高压的高精度电压互感器。通过这种输出方式避免了利用高压功率放大器升压的不足。

本发明的有益效果是，使用本氧化锌避雷器测试仪校验装置，可以对氧化锌避雷器测试仪主要的测量功能即全电流、阻性电流、容性电流、参比电压、相角、谐波分量等测量功能进行高准确度的校验，并且所产生的各次标准电压、标准电流信号均能同步、方便、有效的进行量值溯源。并且重要特点在于各次电压、电流分量均可以在同一时刻通过相应的回路“同步”进行溯源，验证其准确度。

附图说明

图 1，是传统的基于标准信号源法的氧化锌避雷器测试仪校验装置原理示意图。

图 2，是本发明实施例的氧化锌避雷器测试仪校验装置原理框图。

图 3.1，是图 2 中控制器的电路原理图。

图 3.2，是图 2 中一路信号产生模块的电路原理图。

图 3.3，是图 2 中一路精密电流源模块电路原理图。

图 3.4，是图 2 中一路参比电压回路信号调理模块和精密电压互感器的电路原理图。

具体实施方式

以下结合附图和实施例对本发明做进一步的说明。

图中的标记：1—控制器，21、22、23、24、25—信号产生模块，31、32、33—精密电流源模块，34、35—参比电压回路信号调理模块，41、42、43—精密四端电阻，54、55—精密电压互感器， I_{a1} 、 I_{a2} 、 I_{a3} —电流分量， U_{a1} 、 U_{a2} —电压分量， I —全电流， U —参比电压。

参见图 1 所示传统的基于标准信号源法的氧化锌避雷器测试仪校验装置原理示意图，是一项电的电路图。它利用该校验装置产生的参比电压 U 和全电流 I 基本可以实现含有各次谐波电压和电流分量。该方法的不足是：仅通过这种思路设计的校验装置本身的量值溯源很难得到保证，其分量进行溯源时只能通过信号分析（比如傅里叶变换等）手段“间接”的计算出来，这种“间接”的计算或提取过程无疑会降低谐波分量溯

源结果的可信度。

参见图 2 所示本发明实施例的氧化锌避雷器测试仪校验装置原理图，这是一项电的相应电路。由控制器 1 的输出控制信号连接信号产生模块 21、22、23、24、25 的控制端，信号产生模块 21、22、23 的输出分别连接相应精密电流源模块 31、32、33 的输入，精密电流源模块 31、32、33 的输出分别通过精密四端电阻 41、42、43 产生输出电流分量 I_{a1} 、 I_{a2} 、 I_{a3} ，并联叠加后产生全电流 I 输出。信号产生模块 24、25 的输出分别连接相应参比电压回路信号调理模块 34、35 的输入，参比电压回路信号调理模块 34、35 的输出端分别与精密电压互感器 54、55 原边相连接，通过偶合，精密电压互感器 54 副边产生电压分量输出 U_{a1} ，精密电压互感器 55 副边产生电压分量输出 U_{a2} ，二个精密电压互感器 54、55 副边相串联使各输出电压 U_{a1} 、 U_{a2} 叠加，提供参比电压 U 输出。

其工作原理为：在控制器 1（具体为单片机 C8051F020）的控制作用下，每个信号产生模块 21、22、23、24、25（基于 DDS 芯片 AD9951 实现，参见图 3.2）可以产生独立的幅值、频率、相角可调的高度平滑的正弦信号单元，这些正弦信号单元可对后级各自独立的精密电流源模块 31、32、33（基于精密运放 OPA228 芯片构成，参见图 3.3）、参比电压回路信号调理模块 34、35（基于精密高电压运放 OPA454 芯片构成，参见图 3.4）、精密电压互感器 54、55 进行激励，从而形成相互独立的各次电流分量 I_{a1} 、 I_{a2} 、 I_{a3} 和电压分量 U_{a1} 、 U_{a2} 驱动信号，并且各次电流分量 I_{a1} 、 I_{a2} 、 I_{a3} 通过直接并联相加，最终合成并输出含有各次谐波分量的全电流 I ，而电压分量 U_{a1} 、 U_{a2} 驱动信号则通过驱动精密电压互感器 54、55 串联相加并最终输出含有各次谐波分量的参比电压 U 。

在本实施例中，信号产生模块 21、22、23、24、25 采取了基于 DDS 芯片的直接数字合成技术来方便的产生频率稳定可调、幅值稳定可调、相位稳定可调并且曲线高度平滑稳定的正弦信号。

在本实施例中，在设计上采取了“模块化叠加”的方式，采用了精密电流源模块 31、32、33 和参比电压回路信号调理模块 34、35。

在本实施例中，为了避免了利用高压功率放大器升压的不足，在设计中采取了通过精密电压互感器 54、55 来输出参比电压。

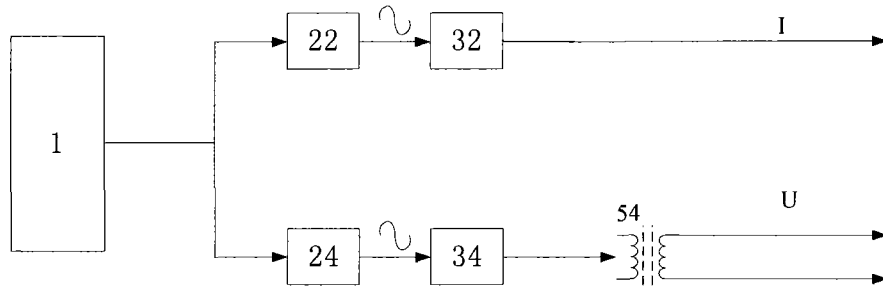


图 1

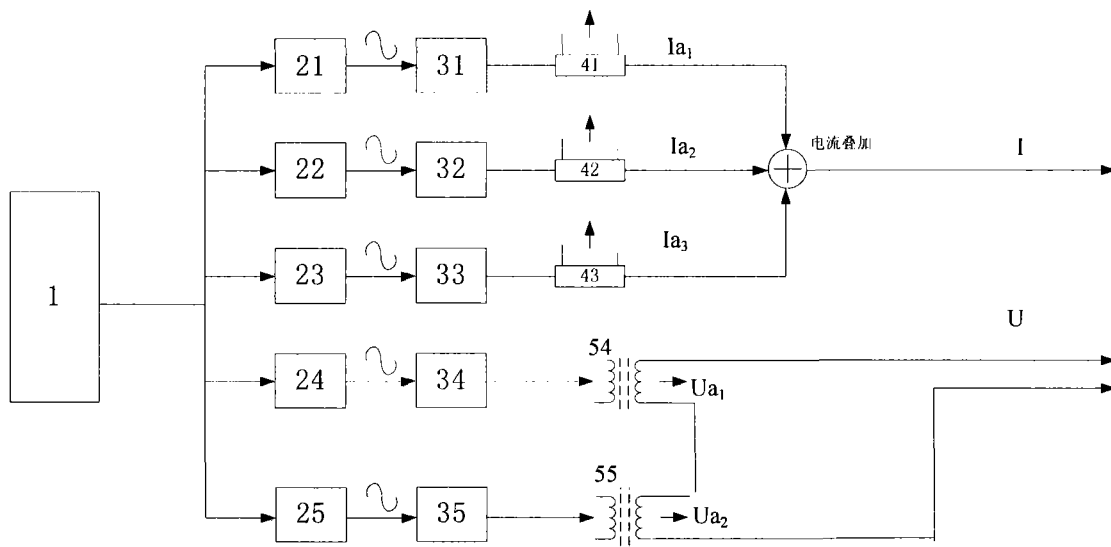


图 2

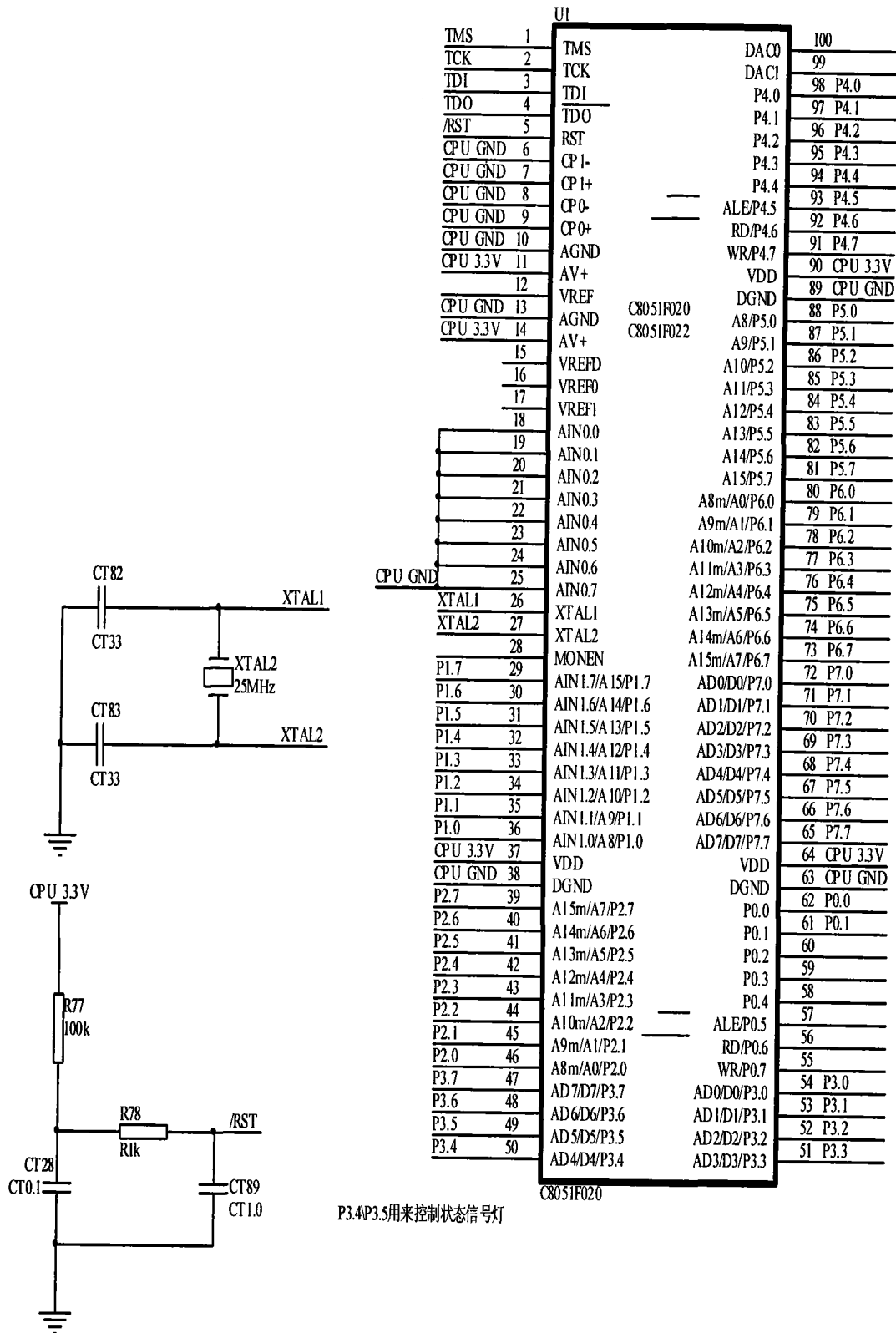


图 3.1

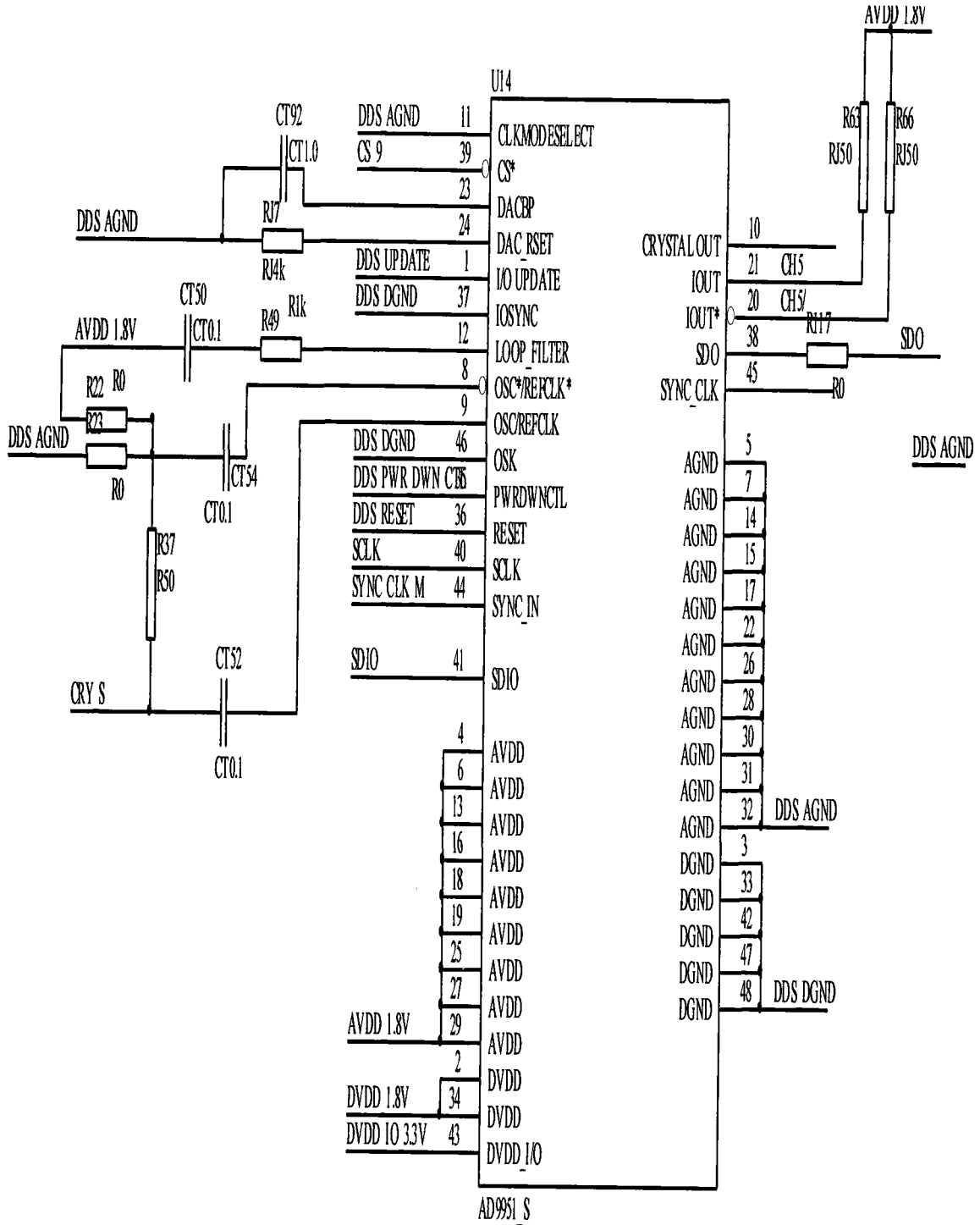
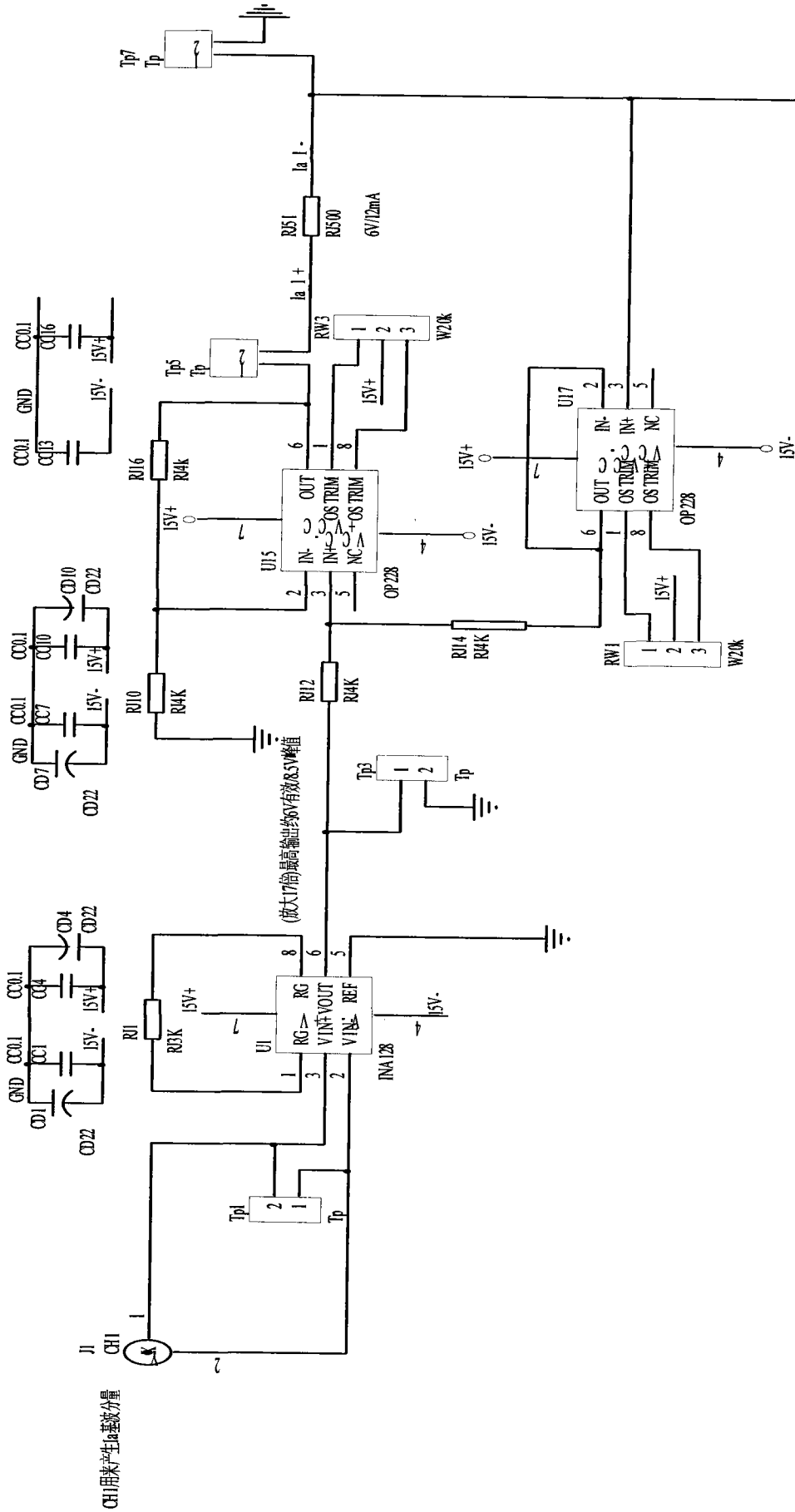


图 3.2



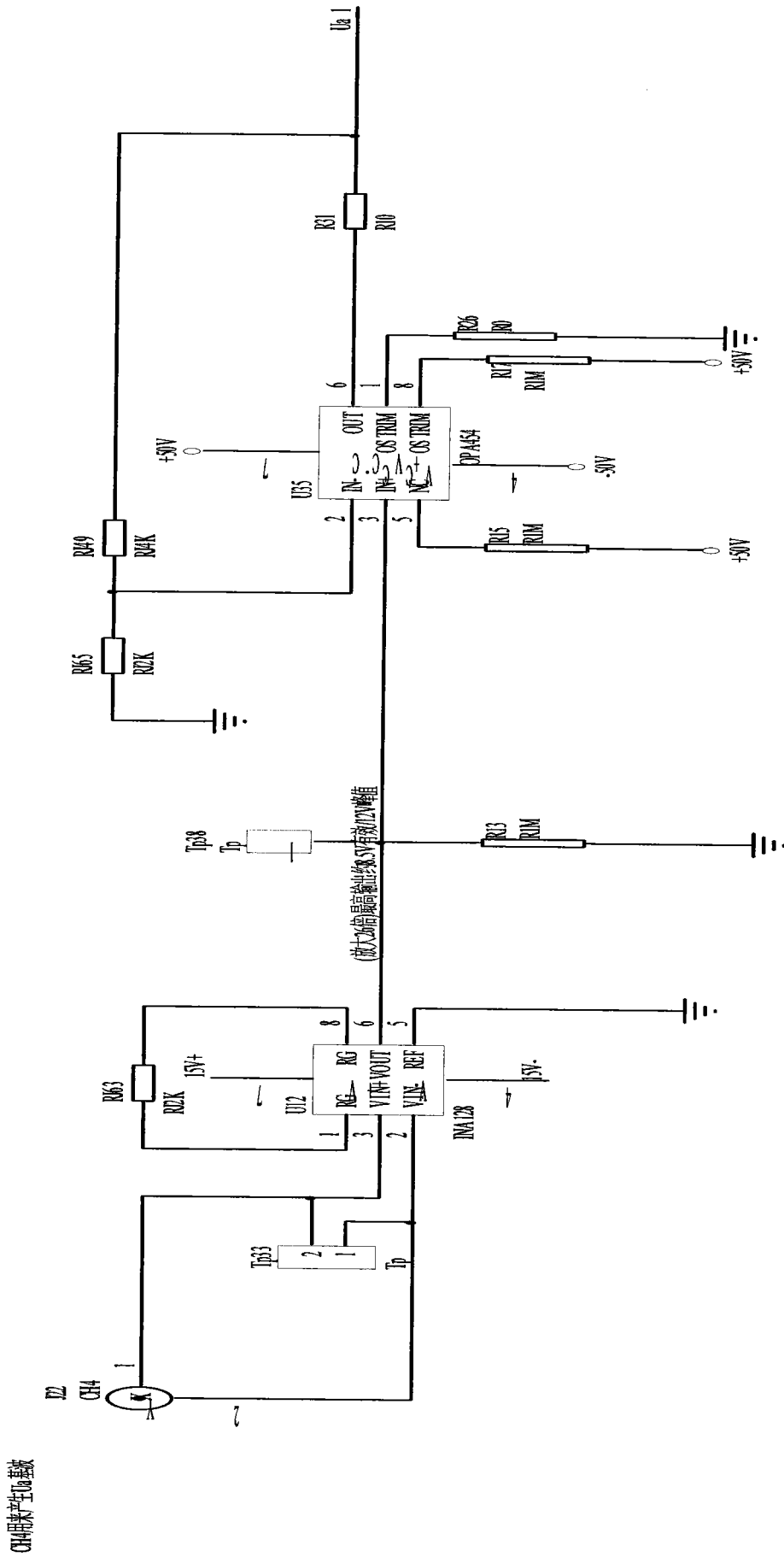


图 3.4

CM 用来产生基准