



1. 用于多信道处理输入信号( $S_p$ )的安全电路(1),该安全电路具有:

-被设置用于输入所述输入信号( $S_p$ )并且在输入电路(500)的输出端(501)上提供输入信号( $S_p$ )的输入电路(500),

-具有第一模拟输入端(101)和第二模拟输入端(102)和至少一个数字输出端(109、110)的AD转换装置(100),

-被连接在输入电路(500)的输出端(501)处和AD转换装置(100)的第一模拟输入端(101)处的用于传输处于模拟形式的第一输入信号( $S_{EA1}$ )的第一信号线路(410),其中AD转换装置(100)被设置成将处于模拟形式的在第一模拟输入端(101)处的第一输入信号( $S_{EA1}$ )转化成处于数字形式的第一输入信号( $S_{1D}$ )并且在数字输出端(109、110)处输出,

-被连接在输入电路(500)的输出端(501)处和AD转换装置(100)的第二模拟输入端(102)处的用于传输处于模拟形式的第二输入信号( $S_{EA2}$ )的第二信号线路(420),其中AD转换装置(100)被设置成将处于模拟形式的在第二模拟输入端(102)处的第二输入信号( $S_{EA2}$ )转化成处于数字形式的第二输入信号( $S_{2D}$ )并且在数字输出端(109、110)处输出,

-用来评估处于数字形式的第一输入信号( $S_{1D}$ )和处于数字形式的第二输入信号( $S_{2D}$ )的控制和评估装置(600),其中AD转换装置(100)的至少一个数字输出端(109、110)与控制 and 评估装置(600)的至少一个输入端(601、602)连接,

-用于输出模拟的测试信号( $S_{TA}$ )的测试装置(300),其中测试装置(300)具有控制输入端(301),该控制输入端与控制 and 评估装置(600)的控制输出端(609)连接,并且其中控制 and 评估装置(600)还被设置成控制测试装置(300),

其特征在于,

测试装置(300)具有用于输出模拟的测试信号( $S_{TA}$ )的在第一节点(411)处连接在第一信号线路(410)上的第一模拟测试输出端(310),并且

测试装置(300)具有用于输出模拟的测试信号( $S_{TA}$ )的在第二节点(421)处连接在第二信号线路(420)上的第二模拟测试输出端(320)。

2. 依照权利要求1所述的安全电路,

其特征在于,

测试装置(300)具有用于输入模拟的测试信号( $S_{TA}$ )的测试输入端(302),其中至少在测试时间段( $T_{test}$ )期间施加模拟的测试信号( $S_{TA}$ ),

其中信号源(700)与测试输入端(302)连接并且其中信号源(700)被构造成用于产生模拟的测试信号( $S_{TA}$ )。

3. 依照权利要求1或2所述的安全电路,

其特征在于,

模拟的测试信号( $S_{TA}$ )是接地电势或者恒定的电压电势或者可变的电压电势。

4. 依照权利要求1或2所述的安全电路,

其特征在于,

模拟的测试信号( $S_{TA}$ )是恒定的电流或可变的电流。

5. 依照权利要求1或2所述的安全电路,

其特征在于,

在测试时间段( $T_{test}$ )期间,模拟的测试信号( $S_{TA}$ )跟随预设的或可预设的信号变化曲

线。

6. 依照权利要求1或2所述的安全电路，其特征在於，

测试装置(300)具有开关设备(350)，其中开关设备(350)被设置成将模拟的测试信号( $S_{TA}$ )接通到第一模拟测试输出端(310)和/或第二模拟测试输出端(320)。

7. 依照权利要求6所述的安全电路，其特征在於，

开关设备(350)具有至少两个开关(355)，其中开关(355)单独地和/或成组地能够被控制。

8. 依照权利要求1或2所述的安全电路，其特征在於，

第一信号线路(410)具有第一衰减元件( $Z_1$ )，以使输入电路(500)在插入第一衰减元件( $Z_1$ )的情况下在AD转换装置(100)的第一模拟输入端(101)处连接，并且

第二信号线路(420)具有第二衰减元件( $Z_2$ )，以使输入电路(500)在插入第二衰减元件( $Z_2$ )的情况下在AD转换装置(100)的第二模拟输入端(102)处连接。

9. 依照权利要求8所述的安全电路，其特征在於，

第一衰减元件( $Z_1$ )、第二衰减元件( $Z_2$ )、以及测试装置(300)的输出阻抗和/或信号源(700)的输出阻抗被设定成使得

处于模拟形式的第一输入信号( $S_{EA1}$ )和模拟的测试信号( $S_{TA}$ )在测试时间段期间在AD转换装置(100)的第一模拟输入端(101)处重叠和/或

处于模拟形式的第二输入信号( $S_{EA2}$ )和模拟的测试信号( $S_{TA}$ )在测试时间段期间在AD转换装置(100)的第二模拟输入端(102)处重叠，使得

模拟的测试信号( $S_{TA}$ )主导处于模拟形式的第一输入信号( $S_{EA1}$ )或者处于模拟形式的第二输入信号( $S_{EA2}$ )。

10. 依照权利要求1或2所述的安全电路，其特征在於，

控制和评估装置(600)具有用于处理处于数字形式的第一输入信号( $S_{1D}$ )和/或处于数字形式的第二输入信号( $S_{2D}$ )的处理器。

11. 依照权利要求1或2所述的安全电路，其特征在於，

AD转换装置(100)具有第一AD转换器(150)和第二AD转换器(160)，

其中第一AD转换器(150)被设置成将处于模拟形式的第一输入信号( $S_{EA1}$ )转化成处于数字形式的第一输入信号( $S_{1D}$ )并且在数字输出端(109)处输出，并且

其中第二AD转换器(160)被设置成将处于模拟形式的第二输入信号( $S_{EA2}$ )转化成处于数字形式的第二输入信号( $S_{2D}$ )并且在数字输出端(110)处输出。

12. 依照权利要求1或2所述的安全电路，其特征在於，所述安全电路用于多信道处理传感器信号。

13. 依照权利要求1或2所述的安全电路，其特征在於，模拟的测试信号( $S_{TA}$ )借助于电压

源或者电流源产生。

14. 用于测试安全电路的方法,所述安全电路具有用来产生模拟的测试信号( $S_{TA}$ )的信号源(700)和用来输出模拟的测试信号( $S_{TA}$ )的测试装置(300),

其中模拟的测试信号( $S_{TA}$ )在第一信号线路(410)上在第一节点(411)处和/或在第二信号线路(420)上在第二节点(421)处被输出成

使得在测试时间段( $T_{test}$ )期间被施加在测试装置(300)的测试输入端(302)处的模拟的测试信号( $S_{TA}$ )通过开关设备(350)被连接(分配)成

使得AD转换装置(100)的第一模拟输入端(101)和/或AD转换装置(100)的第二模拟输入端(102)被加载有模拟的测试信号( $S_{TA}$ ),

以使模拟的测试信号( $S_{TA}$ )与处于模拟形式的第一输入信号( $S_{EA1}$ )在AD转换装置(100)的第一模拟输入端(101)处和/或

模拟的测试信号( $S_{TA}$ )与处于模拟形式的第二输入信号( $S_{EA2}$ )在AD转换装置(100)的第二模拟输入端(102)处叠加。

15. 依照权利要求14所述的方法,

其特征在于,

在测试时间段( $T_{test}$ )期间,通过测试装置(300)

将处于模拟形式的第一输入信号( $S_{EA1}$ )与模拟的测试信号( $S_{TA}$ )叠加成使得模拟的测试信号( $S_{TA}$ )在AD转换装置(100)的第一模拟输入端(101)处主导和/或

处于模拟形式的第二输入信号( $S_{EA2}$ )与模拟的测试信号( $S_{TA}$ )叠加成使得模拟的测试信号( $S_{TA}$ )在AD转换装置(100)的第二模拟输入端(102)处主导。

16. 依照权利要求14或15所述的方法,

其特征在于,

测试装置(300)的测试输入端(302)在测试时间段( $T_{test}$ )期间被加载有模拟的测试信号( $S_{TA}$ ),并且模拟的测试信号( $S_{TA}$ )被可控制的信号源(700)提供,其中信号源(700)被控制和评估装置(600)控制。

17. 依照权利要求14或15所述的方法,

其特征在于,

通过使得模拟的测试信号( $S_{TA}$ )自动地跟随预设的或可预设的信号变化曲线来改变模拟的测试信号( $S_{TA}$ )。

18. 依照权利要求14或15所述的方法,

其特征在于,

在测试时间段( $T_{test}$ )期间,控制和评估装置(600)在AD转换装置(100)的第一模拟输入端(101)处和/或AD转换装置(100)的第二模拟输入端(102)处相对于期望值检测由测试装置(300)输出的模拟的测试信号( $S_{TA}$ )并且在不相等的情况下触发误差信号,所述AD转换装置用于将模拟的测试信号( $S_{TA}$ )转化成数字形式的第一输入信号( $S_{1D}, S_{2D}$ )。

19. 依照权利要求16所述的方法,其特征在于,模拟的测试信号( $S_{TA}$ )被电压源提供。

## 安全电路和用于测试在自动化设备中的安全电路的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种装置和一种用于测试安全电路的方法,安全电路尤其用于自动化系统中的模拟的输入信号。

### 背景技术

[0002] 在自动技术中已知这样的系统:在该系统中传感器例如从周围环境接收物理量并且转换成电的信号。为了评估,电的信号可以被传输到控制部 (SPS)。在控制部中的处理器借助于控制程序处理信号,例如用于控制执行过程步骤的控制器。过程步骤在此可以是作为整个过程的组成部分的部分过程。在此为了确保按照规定的功能性,按时或者周期性地检测电的信号的正确的传输是有必要的。有优势地,在没有过程中断的情况下实现检测。电的信号在此可以以数字的或者模拟的形式存在。如果传感器的信号以模拟的形式存在,信号为了进一步的被处理在用于进一步处理的所谓的模拟数字转换装置 (AD转换装置) 中例如通过控制和评估单元被数字化,在数字的形式中被整理和传递。在此AD转换装置可以具有一个或者多个AD转换器。

[0003] 由DE 10 2013 111 888 A1已知用于多信道地处理模拟的输入信号的安全装置,在该安全装置中测试装置相应地连接到第一和第二开关设备的另一额外的输入端。测试装置构造成用于产生定义的测试信号。例如测试装置可以借助于控制信号从微控制器产生测试信号,并且经由开关设备输入给AD转换器,利用该AD转换器可以测试AD转换器的整个值域。对此,由AD转换器响应于该测试信号产生的输出信号被输入给一个或多个微控制器并且被检测正确性。

[0004] 在DE 10 2011 050 539 A1中提出具有至少两个测试信道的测试装置,其中每个测试信道具有用于将模拟的电压转换成数字的电压值的AD转换器和逻辑单元。测试信道被实施为可靠的测试信道并且包含复用器,其中利用复用器可以将模拟的电压在测量电压和参照电压之间转换。为了提供参照电压并且在测量电压和参照电压之间转换复用器,至少另一测试信道的逻辑单元被实施为参照产生器。

[0005] 此外由DE 10 2005 011 406 A1已知用于确定至少一输出信号的二信道方法。在此提供两个彼此无关联的信道。输入信号被交替地输入给这两个信道,其中复用器用于信道之间的转换。在这些信道中的一个信道里的微处理器提供被输入给信道的测试输入信号,在该信道处在当前不施加改变的输入信号。此信道相应地输出输出信号,为了检测此信道是否正确地发挥其功能,该输出信号被与期望值作比较。另一信道同时用于产生输出信号。接着根据控制信号被复用器转换。在此,将模拟的测量电压转换成数字的电压值的AD转换器布置在每个信道里。

### 发明内容

[0006] 本发明所针对的任务是,提供尽可能被改善了的安全电路。

[0007] 因此设置安全电路用于多信道地处理输入信号,尤其是传感器信号,该安全电路

具有输入电路,被设置用于输入输入信号并且在其输出端提供输入信号。

[0008] 安全电路此外包括具有第一模拟输入端和第二模拟输入端以及至少一个数字输出端的AD转换装置。

[0009] 此外安全电路具有第一信号线路,该第一信号线路被连接在输入电路的输出端处和AD转换装置的第一模拟输入端处以便传输处于模拟形式的第一输入信号,其中AD转换装置被设置成将处于模拟形式的在第一模拟输入端处的第一输入信号转化成处于数字形式的第一输入信号并且在至少一个数字输出端处输出。

[0010] 再者,安全电路具有第二信号线路,该第二信号线路被连接在输入电路的输出端处和AD转换装置的第二模拟输入端处以便传输处于模拟形式的第二输入信号,其中AD转换装置被设置成将处于模拟形式的在第二模拟输入端处的第二输入信号转化成处于数字形式的第二输入信号并且在数字输出端处输出。

[0011] 此外安全电路具有用来评估处于数字形式的第一输入信号和处于数字形式的第二输入信号的控制和评估装置,其中AD转换装置的至少一个数字输出端与控制装置的至少一个输入端连接。

[0012] 除此之外,安全电路具有用于输出模拟的测试信号的测试装置,其中测试装置具有控制输入端,该控制输入端与控制装置的输出端连接。控制和评估装置此外被设置用于控制测试装置。在此尤其有优势的是,测试装置具有用于输出模拟的测试信号的第一模拟测试输出端,该第一模拟测试输出端连接到第一信号线路处并且测试装置具有用于输出模拟的测试信号的第二模拟测试输出端,该第二模拟测试输出端连接到第二信号线路处。

[0013] 在这个相互关系中,安全电路,如同其在说明书中和在权利要求中被使用的一样,尤其被理解成电的装置,该装置将传感器的信号转换,以为了在控制和评估装置中进一步的处理。再者,安全电路具有测试装置,其中在本发明的有优势的构造方案中在测试时间段期间,信号线路能够被测试电路断连和/或短路和/或AD转换装置的正确的工作方式。

[0014] 依照有优势的构造方案,安全控制可以在测试时间段期间继续地接收传感器信号并且根据该传感器信号控制过程并且如有必要在错误情况中中断该过程和/或触发误差信号。

[0015] 在由传感器提供使用的信号中可以区分数字的和模拟的输入信号。当数字信号直接地,例如在控制和评估单元中可以被评估或处理时,整理或者匹配模拟的信号可以是有优势的。为了整理或者匹配模拟的信号,安全电路包含输入电路。

[0016] 模拟的信号,如同其从相应的传感器被输出一样,可以涉及到例如表示例如温度或者其他的物理量或者周围环境的特性的电压。

[0017] 这种传感器的作用原理例如基于:传感器的欧姆电阻与测量量(温度,长度)相关地变化。该电阻变化导致在传感器处的改变的电压降,然后可以利用简单的分压器或者桥接电路作为模拟的信号收集该电压降。

[0018] 为了进一步地处理模拟的信号,所谓的AD转换器是有优势的。AD转换器将时间连续的输入信号(或者通过其作用原理或者通过前置的或者集成的采样和保持阶段)离散成单独的离散的采样值。采样值接着被转换成数字值。由于可能性的输出值的有限的数量,在此始终实现量化。

[0019] AD转换的结果展示为例如在信号时间图中具有被分级的水平的和竖直的间距的点序。AD转换器的主要参数是它的位深、它的最大的采样率和它的过采样能力。AD转换器的位深和过采样限定了最大可能的精度,以该精度可以转换输入信号。AD转换器当今被集成在微芯片里并且可以实施为单信道的或者也可以是多信道的。在这个关系中多信道意味着,可以几乎同时地并且彼此独立地传递或者处理例如若干信号。AD转换装置可以包含集成的复用器,其中集成的复用器被设置成将若干个信道接通到一个AD转换器上,以使所有的信道可以例如周期性地一个接一个地被接通到AD转换器上。

[0020] 测试装置例如同样地具有带有可控制的逻辑和由若干个开关组成的开关设备的复用器,该开关设备例如可以彼此独立地被开关并且优选地可以与外部的信号源连接。

[0021] 控制和评估装置有优势地由计算单元和具有可执行的程序的存储器组成,其中计算单元可以由处理器、一个微控制器或者优选地由两个微控制器组成。

[0022] 该程序处理控制和评估任务,其中程序可以在处理器上、一个微控制器上或者同时在两个微控制器上或者也可以按照控制和/或评估程序分离地被执行。

[0023] 根据有优势的改型,安全电路的测试装置具有用于输入模拟的测试信号的测试输入端,其中至少在测试时间段期间施加模拟的测试信号。特别地,信号源与测试输入端连接。信号源被构造成产生模拟的测试信号,尤其是借助于电压源或者电流源来产生。

[0024] 测试输入端适用于将有优势的情况下是连续的模拟的信号作为模拟的测试信号接收并且必要时传递该测试信号。产生模拟的测试信号的信号源优选地涉及可控制的电压源或者电流源,该电压源或者电流源被设置成将由控制和评估装置预设的电压值或电流值作为模拟的测试信号输出。

[0025] 根据其他的有优势的改型,模拟的测试信号是接地电势或者恒定的电压电势或者可变的电压电势。

[0026] 在简单的情况中,例如晶体管可以用作为信号源,该晶体管将测试输入端切换到接地电势。此外,不仅恒定的电压源而且可变的电压源都可以应用于输出模拟的测试信号。

[0027] 根据有优势的改型,模拟的测试信号是恒定的电流或者可变的电流。

[0028] 根据其他有优势的改型,模拟的测试信号在测试时间段期间跟随预设的或者可预设的信号变化曲线。

[0029] 在此相互关系中,模拟的测试信号 $S_{TA}$ 在测试时间段期间( $T_{test}$ )是恒定的,也就是说时间上不改变( $S_{TA} = \text{常数}$ )或者作为时间的函数 $F(S_{TA} = F(t))$ 跟随信号变化曲线。

[0030] 根据有优势的改型,测试装置具有开关设备,其中开关设备被设置成将模拟的测试信号接通到第一模拟测试输出端和/或第二模拟测试输出端。

[0031] 在此,开关设备可以具有机械的和/或电子的开关,尤其半导体开关,所述开关优选地通过控制逻辑是可控制的并且在闭合状态中产生电的连接,使得测试信号被施加到模拟测试输出端上。

[0032] 根据有优势的改型,开关设备具有至少两个开关,其中这些开关单独地和/或成组地可被控制。

[0033] 开关的控制通过控制逻辑来进行,其中控制逻辑通过例如控制和评估装置的控制输入端优选地接收或评估数字信号,使得每个开关可以独立地被接通。

[0034] 根据另一有优势的改型,安全电路的第一信号线路具有第一衰减元件,使得输入

电路在插入第一衰减元件时被连接在AD转换装置的第一模拟输入端处。此外,第二信号线路具有第二衰减元件,使得输入电路在插入第二衰减元件时被连接在AD转换装置的第二模拟输入端处。

[0035] 在此,概念衰减元件被理解成电的部件,例如欧姆的电阻或者阻抗。为了将信号在衰减元件之后朝向AD转换装置至少在测试运行中改变,将衰减元件使用在在输入电路和AD转换装置的第一或者第二模拟输入端之间的信号路径上。在此,可以将信号在其振幅上和/或电平上和/或频率上改变。

[0036] 根据有优势的改型,第一衰减元件、第二衰减元件、和测试装置的和/或信号源的输出阻抗被设定成使得处于模拟形式的第一输入信号和模拟的测试信号在测试时间段期间在AD转换装置的第一模拟输入端处重叠和/或处于模拟形式的第二输入信号和模拟的测试信号在测试时间段期间在AD转换装置的第二模拟输入端处重叠,使得模拟的测试信号主导处于模拟形式的第一输入信号或者处于模拟形式的第二输入信号。

[0037] 根据另一有优势的改型,控制和评估装置具有用于处理处于数字形式的第一输入信号和/或处于数字形式的第二输入信号的处理器。

[0038] 在控制和评估单元中的处理器也被称为微处理器,包含所有的模块,例如在集成电路中的寄存器和内存管理器、运算器、控制器。在此,处理器也可以涉及由若干个处理器核,尤其是由两个处理器核组成的多核处理器。

[0039] 根据其他有优势的改型,AD转换装置具有第一AD转换器和第二AD转换器,其中第一AD转换器被设置成将处于模拟形式的第一输入信号转化成处于数字形式的第一输入信号并且在数字输出端处输出,并且其中第二AD转换器被设置成将处于模拟形式的第二输入信号转化成处于数字形式的第二输入信号并且在数字输出端处输出。

[0040] AD转换装置优选地被建造成多信道的并且可以包含若干个AD转换器,该AD转换器可以同时将一个或多个处于模拟形式的第一和/或第二输入信号转换成处于数字形式的第一和/或第二输入信号。备选地,AD转换装置可以恰好具有一个带有前置的复用器的AD转换器,该复用器例如将多信道的处于模拟形式的第一和/或第二输入信号接通到AD转换器上。

[0041] 在本发明的另一方面中,规定用于测试安全电路的方法。安全电路具有用于产生模拟的测试信号的信号源和用于输出模拟的测试信号的测试装置。在方法中,模拟的测试信号在第一和/或第二信号线路上被输出,使得在测试时间段期间,被施加在处于测试装置的模拟输入端处的模拟的测试信号通过开关设备被连接(分配)成使得第一AD转换装置的第一模拟输入端和/或AD转换装置的第二模拟输入端被加载有模拟的测试信号,以使模拟的测试信号与处于模拟形式的第一输入信号在AD转换装置的第一模拟输入端处被叠加和/或模拟的测试信号与处于模拟形式的第二输入信号在AD转换装置的第二模拟输入端处被叠加。

[0042] 信号源是例如优选地借助于处理器可控制的、用于输出定义了模拟的测试信号的信号源。在此,输出模拟的测试信号要理解为利用接地电势、恒定的或可变的电压电势或者恒定的或可变的电流来加载信号线路。开关设备被设置用于将模拟的测试信号分布到信号线路上,其中开关设备优选地借助于控制和评估单元的处理器被控制。

[0043] 根据本方法的有优势的改型,在测试时间段期间通过测试装置将处于模拟形式的第一输入信号与模拟的测试信号叠加成使得模拟的测试信号在AD转换装置的第一模拟输

入端处主导和/或处于模拟形式的第二输入信号与模拟的测试信号叠加成使得模拟的测试信号在AD转换装置的第二模拟输入端处主导。

[0044] 优选地,模拟的测试信号的主导通过选择衰减元件的实数阻抗或复数阻抗与测试装置的第一和第二模拟输出端的阻抗彼此相匹配或者通过可变的阻抗是可以匹配的。

[0045] 根据本方法的其他有优势的改型,测试装置的测试输入端在测试时间段期间被加载有模拟的测试信号,其中模拟的测试信号被可控制的信号源,尤其是电压源提供并且其中信号源通过控制和评估装置被控制。

[0046] 作为信号源应用的电压源可以涉及用于输出恒定的或可变的电压值的直流电压源或交流电压源。在此,被控制的或被调节的电压源尤其是有优势的。

[0047] 根据本方法的其他有优势的改型,模拟的测试信号通过自动地跟随预设的或可预设的信号变化曲线被改变。

[0048] 模拟的测试信号的改变,例如电压值的大小,优选地在时基上发生并且可以直线地或者以其他的函数关系跟随时间变化。从中也可以确定AD转换装置的时间的相关性。有优势地,电压值的区域至少覆盖AD转换装置的工作区域。

[0049] 根据其他有优势的改型,本方法具有控制和评估装置,该控制和评估装置在测试时间段期间,在AD转换装置的第一模拟输入端处和/或AD转换装置的第二模拟输入端处相对于期望值检测由测试装置输出的模拟的测试信号并且在不相等的情况下触发误差信号,所述AD转换装置用于将模拟的测试信号转化成数字形式的第一输入信号。

[0050] 期望值可以基于例如与数值或数值范围相符的值或者值域。数值或者数值范围可以作为参照值被引入并且与AD转换装置或者与AD转换器有关。优选地,数值和/或数值范围至少覆盖AD转换装置的测量范围或者与之相符。

[0051] 本发明不被限制在先前解释的改型上,因此不同的改型的特征可以被组合。其他的特征和特征的组合包含在附图说明中。

## 附图说明

[0052] 以下在详细的描述里借助实施例解释本发明,其中将参照附图。在此显示出:

[0053] 图1是具有输入电路、测试装置、AD转换装置以及控制和评估单元的一实施例的安全电路的方框图,

[0054] 图2是具有例如三个传感器信号、测试装置、AD转换装置以及控制和评估单元的另一实施例的安全电路的方框图,

[0055] 图3是具有信号源的另一实施例的测试装置的方框图,

[0056] 图4a、b是处于模拟形式的测试信号和输入信号的举例性的信号变化曲线。

## 具体实施方式

[0057] 图1显示出一实施例的安全电路1的方框图。安全电路1具有用于连接模拟传感器(在此未显示)的输入电路500。输入电路具有用于在输出端501输出传感器信号S的适配电路。第一信号线路410在输入电路500的输出端501处并且在AD转换装置100的第一模拟输入端101处连接。另外第二信号线路420在输入电路500的输出端501处并且在AD转换装置100的第二模拟输入端102处连接。

[0058] 衰减元件 $Z_1$ 在第一信号线路410里串联接通,以使从输入电路500在输出端501处输出的传感器信号 $S_E$ 被衰减。

[0059] 另外衰减元件 $Z_2$ 在第二信号线路420被串联接通,以使从输入电路500在输出端501处输出的传感器信号 $S_E$ 同样被衰减。

[0060] 衰减元件 $Z_1$ 、 $Z_2$ 并且由衰减元件导出的衰减因数被其阻抗共同决定。借助衰减元件 $Z_1$ 和 $Z_2$ 被衰减的处于模拟形式 $S_{EA1}$ 和 $S_{EA2}$ 的第一和第二输入信号在AD转换装置100里被处理。

[0061] AD转换装置100,如同在图1的实施例里显示出的一样,包括两个从现有技术已知的AD转换器。AD转换器150和160将处于第一和第二模拟输入端101和102处的处于模拟形式的第一和第二输入信号 $S_{EA1}$ 和 $S_{EA2}$ 转化成处于数字形式的第一和第二输入信号 $S_{1D}$ 和 $S_{2D}$ 并且通过第一和第二数字输出端109和110输出所述第一和第二输入信号。

[0062] 为了进一步处理处于数字形式的第一和第二输入信号 $S_{1D}$ 和 $S_{2D}$ ,这些信号通过数据线路430和440被继续传输至控制和评估装置600的第一和第二输入端601和602处。

[0063] 控制和评估装置600包括两个微控制器 $\mu C1$ 和 $\mu C2$ ,此两个微控制器在数据技术上各自相互连接并且与输入端601和602处于连接。微控制器被设置成使得在数据技术上处理处于数字形式的第一和第二输入信号 $S_{1D}$ 和 $S_{2D}$ ,其中处理可以包含评估和/或传输,例如传输至上级的控制部。

[0064] 如同图1的实施例中展示的,安全电路1具有测试装置300,其中测试装置300的第一模拟测试输出端310、AD转换装置100的第一模拟输入端101与衰减元件 $Z_1$ 在节点411处相互电连接。另外第二模拟测试输出端320和AD转换装置100的第二模拟输入端102与衰减元件 $Z_2$ 在节点421处相互电连接。

[0065] 测试装置300此外具有用于输入模拟的测试信号 $S_{TA}$ 的测试输入端302。与测试输入端302相连的信号源700用作于产生模拟的测试信号。信号源通过控制线路与控制单元600的控制输出端610连接并且被设置成,根据通过控制和评估装置600进行的预设来调节模拟的测试信号 $S_{TA}$ 。

[0066] 为了控制测试装置300,控制输入端301与控制单元600连接。此外测试装置被设置成,根据通过控制单元600进行的预设,将模拟的测试信号 $S_{TA}$ 接通到第一模拟测试输出端310和/或到第二模拟测试输出端320上。

[0067] 测试装置简单地被建造(见图3的实施例)并且具有开关逻辑360和带有一定数量开关355的开关设备350,该开关设备350被开关逻辑控制并且模拟的测试信号 $S_{TA}$ 与模拟测试输出端相应于控制逻辑与评估逻辑的预设而连接。在此第一模拟测试输出端310和/或第二模拟测试输出端320的小的输出阻抗导致了,如在实施例中展示的,比输入信号( $S_{EA1}/S_{EA2}$ )的信号振幅显著更大的测试信号 $S_{TA}$ 的信号振幅,以使模拟的测试信号 $S_{TA}$ 在AD转换装置100的第一模拟输入端101处和/或第二模拟输入端102处主导。

[0068] 凭借图1中的实施例实现了安全电路,凭借该安全电路,信号路径以简单的方式例如可以被测试电路断连,因为不仅处于模拟形式的第一输入信号 $S_{EA1}$ 而且模拟的测试信号 $S_{TA}$ 都通过共同的信号路径被引导并且被评估。有利地,模拟信号具有同样的物理特性。另外测试AD转换装置100,尤其是AD转换器(150、160)是可行的。

[0069] 图2显示出另一实施例的安全电路1的方框图,为清楚起见,该实施例具有例如用于相互独立地处理3个传感器信号( $S_E, S_E', S_E''$ )的3个输入电路(500、500', 500'')。

[0070] AD转换装置100被设置成处理相应数量的处于模拟形式的第一和第二输入信号( $S_{EA1}, S_{EA2}, S_{EA1}', S_{EA2}', S_{EA1}'', S_{EA2}''$ )。

[0071] AD转换装置100,被实施为例如为微芯片,可以在此包含集成的复用器和AD转换器集成的复用器可以通过微控制器 $\mu C1$ 或 $\mu C2$ 中的一个微控制器被控制并且继续传输处于信号线路上的处于模拟形式的输入信号 $S_{EA1,2}$ 和/或模拟的测试信号 $S_{TA}$ 到用于将模拟的信号( $S_{EA1,2}/S_{TA}$ )转化为处于数字形式的输入信号的AD转换器处。除了测试AD转换器正确的工作方式之外,例如检测集成的复用器的短路也是可行的。这是可行的,因为不仅模拟形式的输入信号而且模拟的测试信号都通过同一个信号路径被引导。

[0072] 要处理的传感器信号的数量与测试装置300的第一和第二模拟测试输出端的数量有关(参见图3的实施例)并且与AD转换装置100的第一和第二模拟输入端的数量有关。

[0073] 在AD转换装置100的数字输出端109处,数据例如通过控制和评估装置的SPI接口(串行外设接口)提供。在此,数据线路(430)适用于将数据流传输到控制和评估装置的输入端(601)处。由此凭借此电路结构,如同在图2的实施例中被描述的那样,实现了以简单的方式匹配于任何数量的传感器输入端处的测试电路,

[0074] 图3显示出另一实施例的测试装置300的方框图,被设计用于例如6个传感器。测试装置300包含具有12个开关355的开关设备350,这些开关可以相互独立地并且单独地通过开关逻辑360可被开关并且能够在测试输入端302和相应的第一和/或第二模拟测试输出端(310、320)之间建立传导的连接。开关逻辑360通过控制和评估装置经由控制输入端301被控制。开关355优选地被构造为集成的半导体电路。出自图3的测试装置可以例如通过6信道CMOS模拟复用器来实现。另外测试装置300包含用于输入模拟的测试信号 $S_{TA}$ 的测试输入端302。模拟的测试信号 $S_{TA}$ 由信号源700产生。

[0075] 信号源700在图3的实施例中作为外部的部件被构造并且同样具有控制输入端701。备选地,信号源700可以集成在测试装置300内并且通过开关逻辑360是可被控制的。信号源700可以涉及信号发生器或者简单的、输出恒定的或者可变的模拟信号的电流源/电压源。此外作为信号源700,简单的对于接地电势可接通的晶体管也是可以考虑的。优选地,信号源700具有从控制和评估装置600的外部、例如由处理器可调节的电压源或者电流源,或者该信号源700被构造为该电压源或者电流源。例如信号源700具有用于产生测试信号的数据模拟转换器。

[0076] 图4a例如显示出在AD转换装置100的第一或第二输入端101、102处的与时间 $t$ 有关的电压变化曲线( $U[V]$ ),其中 $S_{EA}$ 对应处于模拟形式的输入信号并且 $S_{TA}$ 对应模拟的测试信号。

[0077] 在时间点 $t=0$ 时,处于模拟形式的第一输入信号 $S_{EA}$ 占主导,例如在AD转换装置100的第一模拟输入端101处。在时间点 $t=t_1$ 时,模拟的测试信号 $S_{TA}$ 通过开关355的相应的开关位置通过测试装置300的第一模拟输出端310被施加到AD转换装置100的第一模拟输入端101并且与处于模拟形式的输入信号 $S_{EA}$ 重叠直到 $t=t_2$ 时间点。在此,模拟的测试信号可以是恒定的( $S_{TA}=\text{常数}$ )或者可变的。优选地,为确定正确的工作方式,模拟的测试信号经过AD转换装置的整个测量范围。

[0078] 图4b显示出在AD转换装置的输入端处的电压变化曲线的另一例子,其中以短的序列执行两个测试( $T_{\text{test}1}, T_{\text{test}2}$ )。例如,在第一测试时间段 $T_{\text{test}1}$ 期间在处于模拟形式的输入

信号的电压以下以测试信号 $S_{TA1}$ 进行的第一测试,以及在第二测试时间段 $T_{test2}$ 期间在处于模拟形式的输入信号的电压以上以测试信号 $S_{TA2}$ 进行的第二测试。在此,通过不经过整个测量范围,而是在短的时间区间内经过测量范围的单个部段,测试的时间可以被缩短。

[0079] 图1的实施例的安全电路1优选地具有至少两个运行状态。第一运行状态是正常运行,就是说由传感器提供的在输入电路500里的模拟信号被整理、在输入电路的输出端501处被提供并且多地在现有情况下二信道地通过两个信号线路410和420被传导到AD转换装置100处。AD转换装置100从被整理的处于模拟形式的第一或第二输入信号 $S_{EA1}$ 、 $S_{AE2}$ 产生出相应的处于数字形式的第一或第二输入信号 $S_{1D}$ 、 $S_{2D}$ 。

[0080] 处于数字形式的第一或第二数据 $S_{1D}$ 、 $S_{2D}$ 通过数据线路430、440利用例如串行总线被传送到控制和评估装置600处,并且借助于在处理器上的诸多程序或者第一微控制器 $\mu C1$ 和/或第二微控制器 $\mu C2$ 被处理。在此,处理包括例如对比通过数据线路430和440传输的数据和/或数据传导例如至上级的控制部(SPS)。

[0081] 第二运行状态是测试运行。在这个运行状态里,不仅每一个信号路径410、420能够借助于测试装置300被测试电路断连,而且AD转换装置的传输特性曲线或功能也可以被测试。除此之外,同样也可行的是,从AD转换装置100输出的处于数字形式的第一和/或第二输入信号 $S_{1D}$ 、 $S_{2D}$ 针对期望值被检测。期望值有利地通过控制和评估装置600预设。

[0082] 在测试运行中,测试例程以程序的形式,优选地在控制和评估装置600中被实施。测试例程可以通过使用者手动和/或者周期性地通过控制和评估装置600或者通过叠加的控制部(SPS)启动并且包含用于控制安全电路的部分的指令的顺序,尤其是用于控制测试装置300的信号源700的部分的指令的顺序。

[0083] 信号源700例如由处理器或者优选地由用于输出被限定的模拟的测试信号 $S_{TA}$ 的微控制器 $\mu C1$ 或者 $\mu C2$ 中的一个微控制器控制。该测试信号 $S_{TA}$ 可以是接地电势,电压电势,(时间上)可变的电压电势或者电流或者可变的电流(图4)。

[0084] 依照图3的实施例的测试装置300通过评估和控制装置600是可控制的,利用开关逻辑360来控制开关355,使得第一信号线路410通过第一模拟测试输出端中的一个模拟测试输出端,例如测试装置300的310a,与测试装置300的模拟输入端302相连接。模拟的测试信号 $S_{TA}$ 与在信号线路410上的处于模拟形式的第一输入信号 $S_{EA1}$ 重叠并且在AD转换装置100的模拟输入端101处处于模拟形式的第一输入信号 $S_{EA1}$ 占主导地位,而处于模拟形式的第一输入信号 $S_{EA1}$ 通过衰减元件 $Z_1$ 被衰减。

[0085] 在最简单的情况中,在衰减时,处于模拟形式的第一输入信号的振幅被改变,尤其被减小。

[0086] 图1的实施例中的AD转换装置100将模拟的测试信号 $S_{TA}$ 转换成例如处于数字形式 $S_{1D}$ 的第一输入信号。评估和控制单元600针对期望值检测处于数字形式 $S_{1D}$ 的第一输入信号,该期望值对应数字化了的模拟的测试信号 $S_{TA}$ 。在数值一致的情况下可以得出,在AD转换装置100里的模拟数字转换,所属的信号线路和数据线路以及数据接口是无错误的。

[0087] 这个测试也可以对第二信号线路420执行。以有利的方式,测试可以按照时间的顺序,例如一个接一个地来执行,以使从传感器输出的信号 $S_E$ 可以继续地被控制和评估单元600处理,而不必中断运行的进程。

[0088] 图4显示出带有与时间有关的信号变化曲线的图表,该图表位于例如AD转换装置

100的第一模拟输入端101处。

[0089] 处于模拟形式的输入信号 $S_{AE}$ 在时间点 $t_1$ 时,即测试时间段 $T_{test}$ 开始时与模拟的测试信号 $S_{TA}$ 重叠,其中模拟的测试信号 $S_{TA}$ 在最简单的实施方式里满足以下条件 $S_{TA} > 0$ 并且 $S_{TA} > S_{EA}$ 。测试时间段通过时间区间 $T_{test} = t_2 - t_1$ 被定义。模拟的测试信号 $S_{TA}$ 可以涉及时间恒定的信号,例如电压电势,接地电势( $S_{TA} = 0$ )或者也可以涉及恒定的电流信号。然而也可以考虑的是,模拟的测试信号 $S_{TA}$ 是可变的电压电势或者可变的电流,其中可变在这个相互联系中意思可以是例如模拟的测试信号在测试时间段 $T_{test}$ 上随时间变化的曲线。尤其有利的是,在该测试中AD转换装置的整个值域被经历并且因此可以被测试。

[0090] 附图标记列表

[0091] 1安全电路

[0092] 100、100'、100" AD转换装置

[0093] 101、102第一、第二模拟输入端

[0094] 109、110第一、第二数字输出端

[0095] 150、160AD转换器

[0096] 300 测试装置

[0097] 301 控制输入端

[0098] 302 测试输入端

[0099] 310a, ..., 310f第一模拟测试输出端

[0100] 320a, ..., 320f第二模拟测试输出端

[0101] 350 开关设备

[0102] 355 开关

[0103] 360 开关逻辑

[0104] 410 第一信号线路

[0105] 411 节点

[0106] 420 第二信号线路

[0107] 421 节点

[0108] 430、440 数据线路

[0109] 500、500'、500" 输入电路

[0110] 501 输出端

[0111] 600 控制和评估装置

[0112] 601 第一输入端

[0113] 602 第二输入端

[0114] 609 控制输出端

[0115] 610用于信号源的控制输出端

[0116] 700 信号源

[0117] 701 控制输入端

[0118]  $S_E$ 、 $S_E'$ 、 $S_E''$  传感器信号

[0119]  $S_{EA1}$ 、 $S_{EA1}'$ 、 $S_{EA2}$  处于模拟形式的第一输入信号

[0120]  $S_{EA2}$ 、 $S_{EA2}'$ 、 $S_{EA2}''$  处于模拟形式的第二输入信号

- [0121]  $S_{1D}$ 、 $S_{1D}'$ 、 $S_{1D}''$  处于数字形式的第一输入信号
- [0122]  $S_{2D}$ 、 $S_{2D}'$ 、 $S_{2D}''$  处于数字形式的第二输入信号
- [0123]  $S_{TA}$  模拟的测试信号
- [0124]  $Z_1$ 、 $Z_1'$ 、 $Z_1''$  衰减元件
- [0125]  $Z_2$ 、 $Z_2'$ 、 $Z_2''$  衰减元件
- [0126]  $\mu C_1$  第一控制器
- [0127]  $\mu C_2$  第二控制器
- [0128]  $T_{test}$  测试时间段
- [0129]  $t_1$ 、 $t_2$  起始时间, 终结时间
- [0130]  $t_3$ 、 $t_4$  起始时间, 终结时间

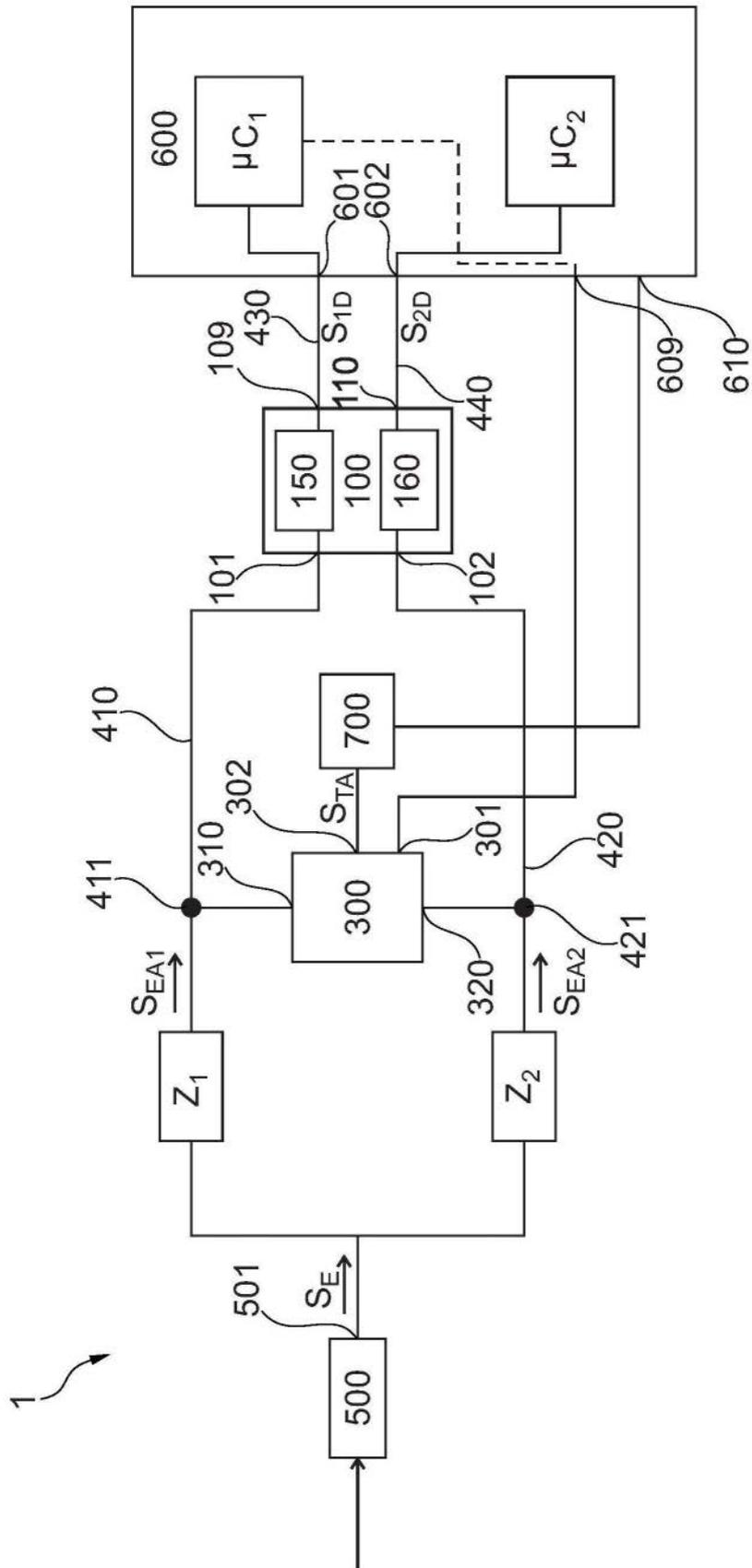


图1

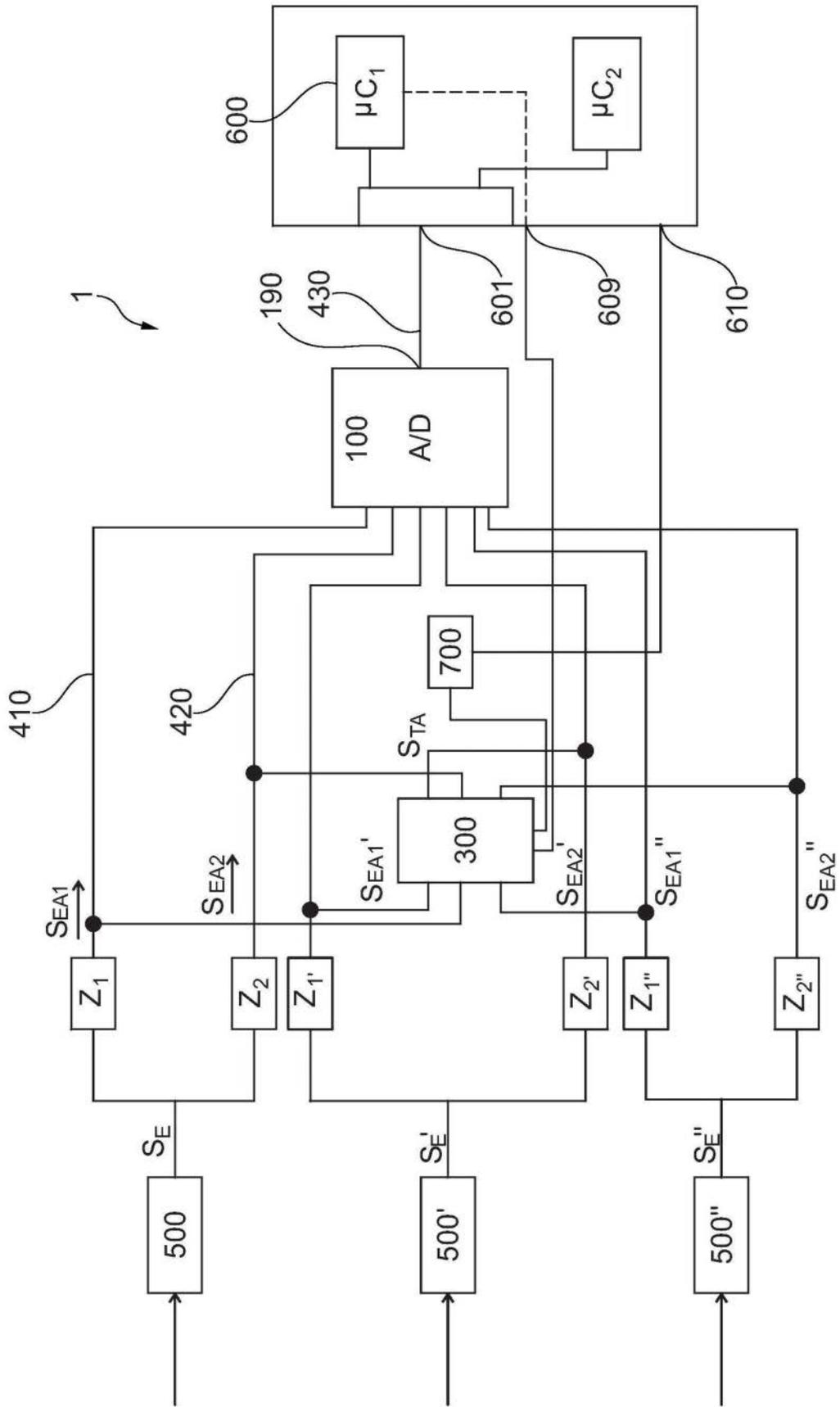


图2

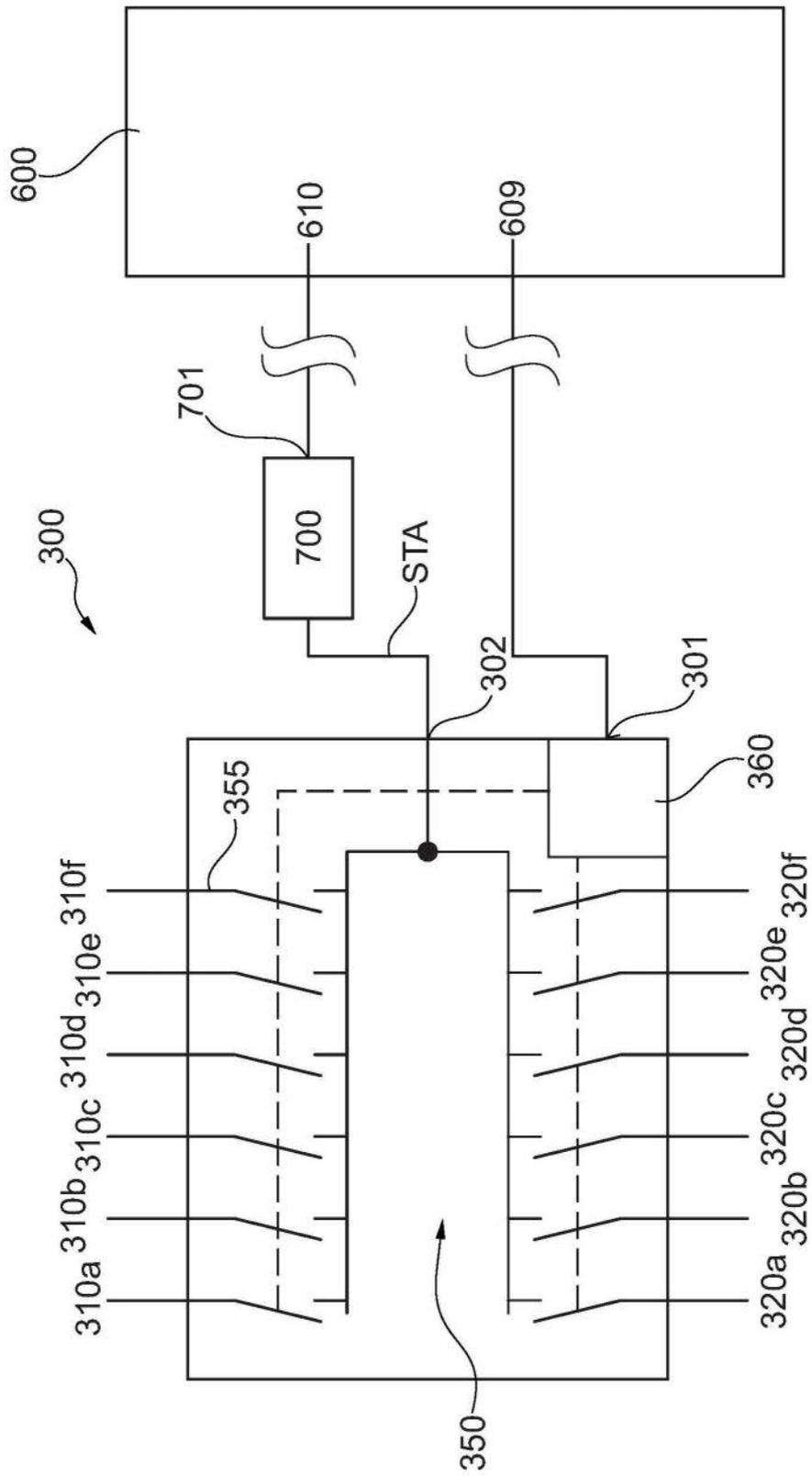


图3

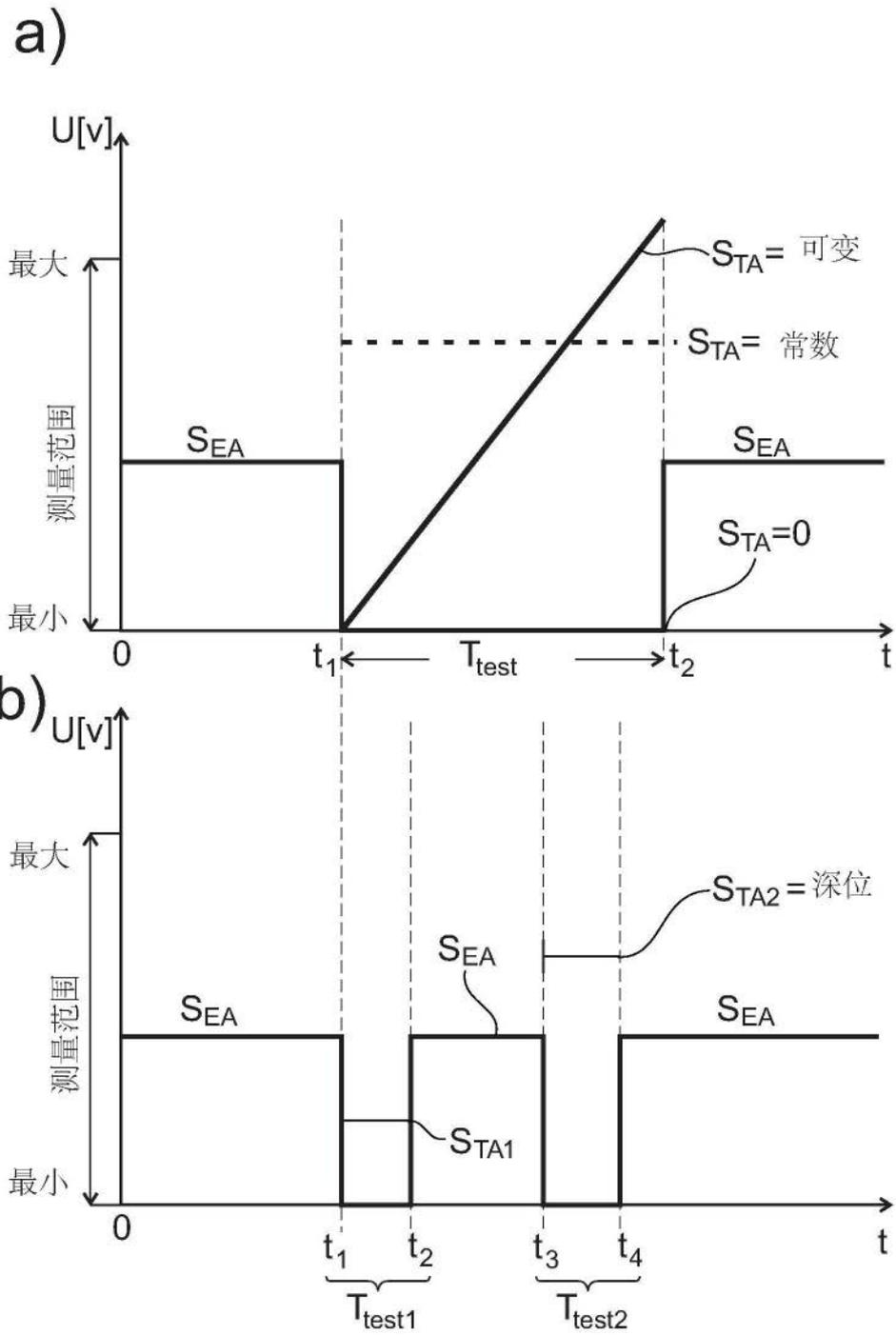


图4