

为保险丝故障报警的阻抗变压器设计

The Impedance Transformer Design for Fuse Faults Alarm

高翔 编译

中图分类号：TM44 文献标识码：B 文章编号：1606-7517(2015)09-1-132

图 1 所示的电路，能够检测出高可靠通信设备电源的中小型断路器或强击穿能力保险丝的开路状态。当它们发生故障引起电磁传感器的阻抗发生变化时，这个电路就会发出一个报警信号。传统的故障检测电路都是检测开路保险丝两端的电压差，或流过装有保险丝的电路的漏电流，或者一个激励器保险丝引起的无电压辅助触点的闭合状态。这三种检测方法全都有缺点：电压差电路因为电池系统维持总线电压将会引入长达 30 分钟的延迟；漏电流传感器仅仅在有负载时才起作用，而在某些情况下可能并不存在负载；增加了辅助触点的小型断路器支持电路或特殊的强击穿能力指示器保险丝及其连接器则可能大大增加系统的成本。

在图 1 中，电容器 C_4 和变压器 T_1 的次级电感 L_2 的谐振频率约为 42kHz。这一频率可以使音频、射频 (RF) 和测量仪噪声频段内产生的噪声信号降到最小程度。运算放大器 IC1 以及相关的元件构成了一个增益为 20dB 的交流耦合正反馈放大器。在正常工作的情况下，完好的保险丝或闭合的断路器通过 T_1 的单匝检测初级绕组形成一条低阻抗通路。变压器的作用就是使在 C_2 、 C_4 和 R_5 的连接点呈现

一个低阻抗，同时将 IC1 的环路增益降低到一个不足以维持振荡的数值。

当故障发生并切断了 T_1 初级绕组中的电流时， T_1 的次级阻抗增大，使得电路达到全闭环增益，并使由 L_2 和 C_4 决定的 IC1 以 42kHz 的频率振荡。在故障情况下， T_1 的匝数比将使注入直流总线中的宽带传导噪音低于 10mV。电容器 C_3 将振荡信号耦合到增益为 3dB 的放大器 IC2。IC2 又驱动由 D_3 和 C_5 组成的峰值检测器。晶体管 Q_1 饱和，并为一个外部报警器提供一个逻辑低电平信号。图 2 所示为一种检测备用电池电路故障的典型应用电路图。

为了设计变压器 T_1 ，必须计算所需要的阻抗和匝数比。以下公式 (1) 表达了基本的变压器关系：

$$Z_1/Z_2 \propto (N_1/N_2)^2 \quad (1)$$

式 (1) 中， Z_1 为变压器初级绕组阻抗， Z_2 为次级绕组阻抗， N_1 为变压器初级绕组匝数， N_2 为次级绕组匝数。

在变压器正常工作的情况下，初级绕组中有电流流过，次级绕组的阻抗则由初级侧的低阻抗再加上 T_1 的漏电抗组

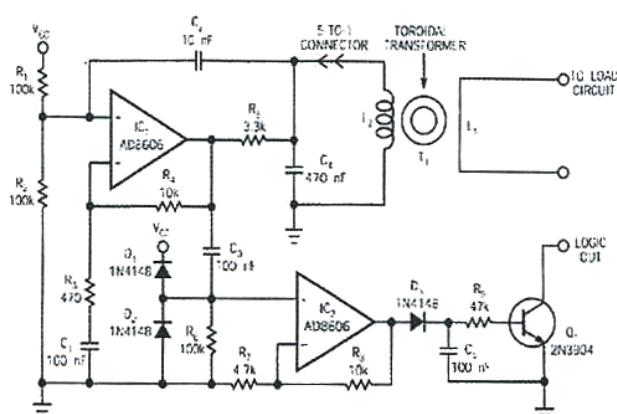


图1 由一种简单5V电源供电的传感器电路

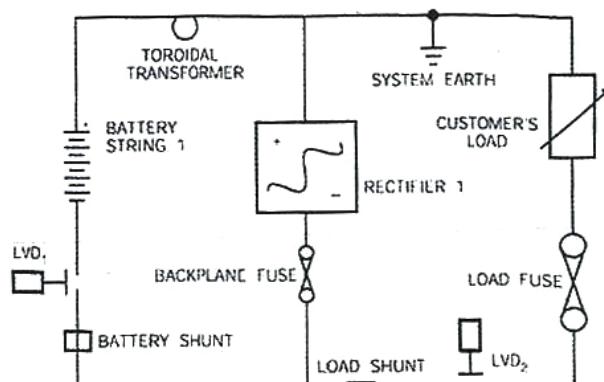


图2 系统布线圈所示为变压器T1的初级绕组。低电压切断单元LVD1和LVD2将48V电池或用户的负载隔离开来，以便于维修。

成。当初级绕组中没有电流流过时，次级绕组中的匝数和环形磁芯 AL（每匝的电感值）就确定了初级绕组 L_2 的电感和匝数，如以下公式(2)所表述：

$$L_2 = N_2^2 AL(nH) \quad (2)$$

式中， N_2 为环绕在环形磁芯上的匝数。铁氧体磁芯制造厂商通常会分布每匝电感的数值，从而可简化 T₁ 设计的过程，不过，如果没有这些数据，可以利用如下公式(3)来计算该电感值。

$$AL = \frac{\mu_e \mu_0 \times 10^6}{\sum(L/A)} \quad (3)$$

式中，有效磁导率 μ_e 等于磁性常数 $4\pi \times 10^{-7} \text{ Hm/I}$ ， L 为路径长度， A 为以平方毫米 (mm^2) 为单位的横截面积。

为了确保开路初级电路和闭合初级电路之间的差别能够引起初级绕组阻抗相对很大的变化，设计中应该选择能够产生很大电感值的磁芯。此外，这种磁芯用材料还应该

在最大初级电流时不会饱和。

产品设计中必须注意到，磁芯的中心区域需要为初级绕组的电池线缆和次级绕组留出空隙。本文设计的变压器采用 Philips 公司的 3C85 环形铁氧体磁芯。次级绕组由 5 匝 0.2mm^2 的绝缘铜线绕制。变压器的完整结构如图 3 所示。

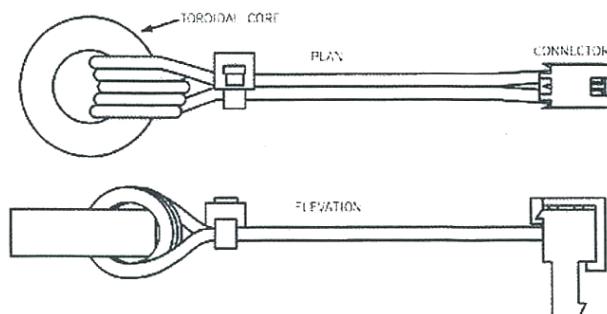


图3 初级绕组（电池线缆）从变压器T1的中心穿过