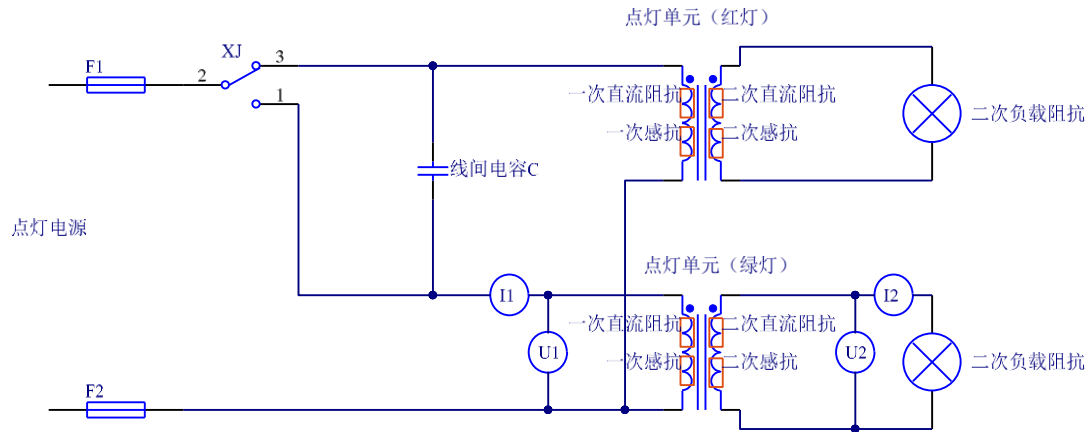


关于盘式 LED 信号机感应电和假负载的讨论

1 感应电的产生



在现有点灯电路中，矮三显信号机的绿、红共用点灯回线，见下图：

当点红灯时，由于线间电容 C 的作用，使绿灯变压器一次侧产生了感应电流，在一次阻抗 R_1 （一次直流阻抗+一次感抗）的作用下又形成了感应电压 U_1 。绿灯感应电压的大小取决于红灯的点灯电压、线间电容、绿灯变压器的一次阻抗、二次阻抗 R_2 （二次直流阻抗+二次感抗+二次负载阻抗）等，而二次负载阻抗是最大的影响因素。

当点亮红灯时，由于线间电容的存在和共用回线的原因，使绿灯的变压器间接变成了电流互感器。根据电流互感器一、二次能量守恒定律可得到：

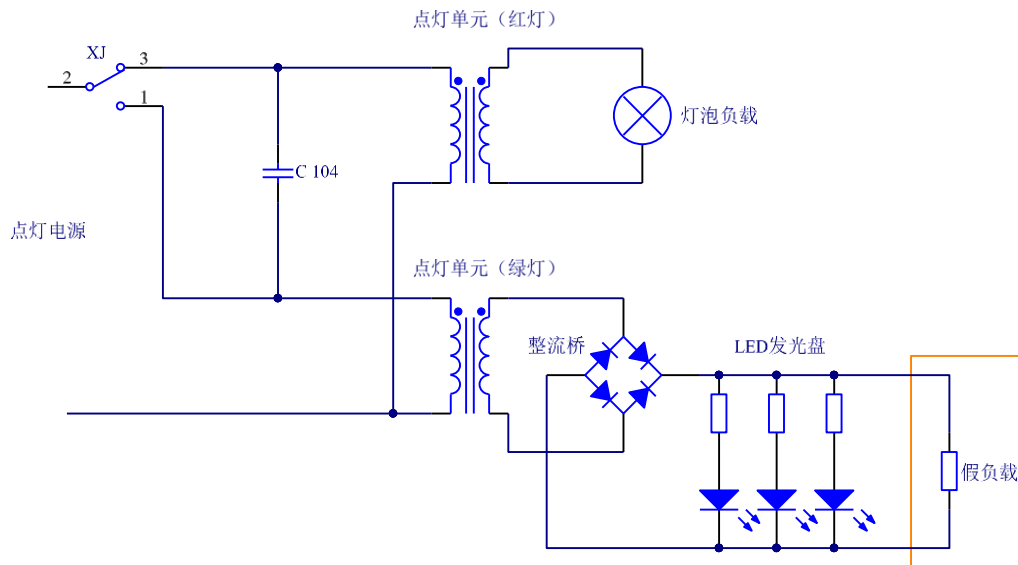
$$\frac{U_1^2}{R_1} = I_2^2 \times R_2$$

根据上述公式可得知：在 I_2 和 R_1 不变的情况下， R_2 越小， U_1 越低，反之 R_2 越大， U_1 越大。也就是说变压器一次侧感应电压的大小主要取决于变压器二次侧负载的大小。

电流互感器可能现场使用较少，比较难以理解上述关系，我们可以用变压器的特性来间接说明电流互感器的特性。我们可以做个试验，用一个 100W 以上的调压器将输出电压调整到 AC12V 并点亮一个信号灯泡，一次点灯电流会是 110mA 左右，二次电流会是 2.3A 左右，如果此时我们并联一个灯泡上去，负载电阻变小了，一、二次电压不会发生变化，但一、二次电流都增大了，故此得出变压器负载电阻的变化只影响电流，不影响电压；而电流互感器负载电阻的变化只影响电压，不影响电流。

对于为什么灯泡负载不存在假显示而 LED 负载存在假显示的问题，我们做了一个试验，模拟了不同负载下，感应电压的变化情况。

1.1 试验电路



1.2 试验过程：当使用 DC24 点亮绿灯时（绿灯是由 55 个灯珠组成的 13.2W 的 LED 发光盘），红灯一次电压和二次电压较低（3.28V/0.074V），信号灯泡没有微亮现象；当使用 AC12V 点亮红灯时（25W 信号灯泡），绿灯的一次电压和二次电压较高（71.2V/6.78V），LED 发光盘有微亮现象，并联一个 40Ω 负载后，绿灯的一次电压和二次电压变低（31.3V/1.77V），微亮现象消失，重新点亮发光盘，整个发光盘负载由原有的 13.2W 变为 25W。

1.3 试验结论

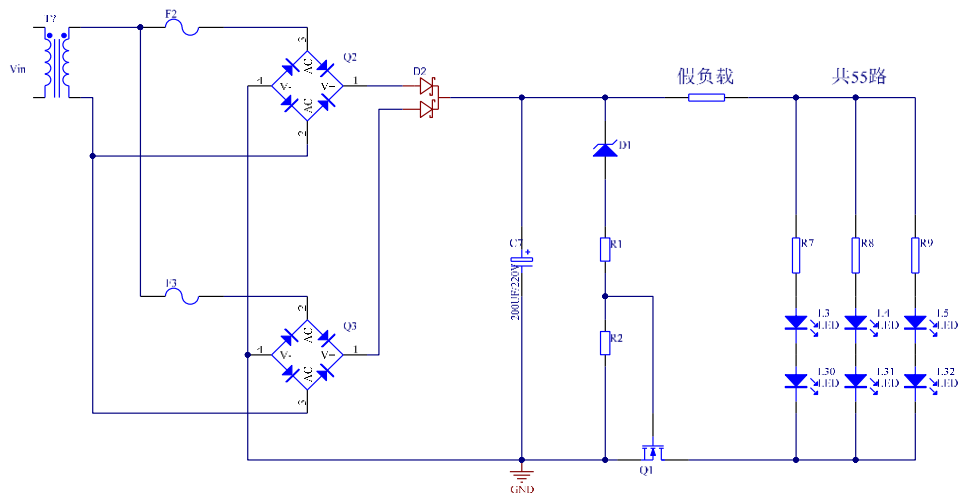
1.3.1 信号灯泡 R_2 的冷态电阻较低（ 0.5Ω 左右），故此灯泡式信号机不受感应电影响，不需要增加防护措施。

1.3.2 盘式 LED 信号机（13.2W）冷态电阻较高（ 5Ω 左右），如果不加防护措施，会有假显示的可能。

1.3.3 并联假负载（ 40Ω ）可以降低二次负载电阻，从而降低感应电压，可有效防止假显示的产生，同时可以将盘式 LED 信号机 13.2W 的功率提高到 25W，以满足灯丝监督继电器工作值的要求。

2 感应电的防护

2.1 稳压二极管的防护电路



电路图

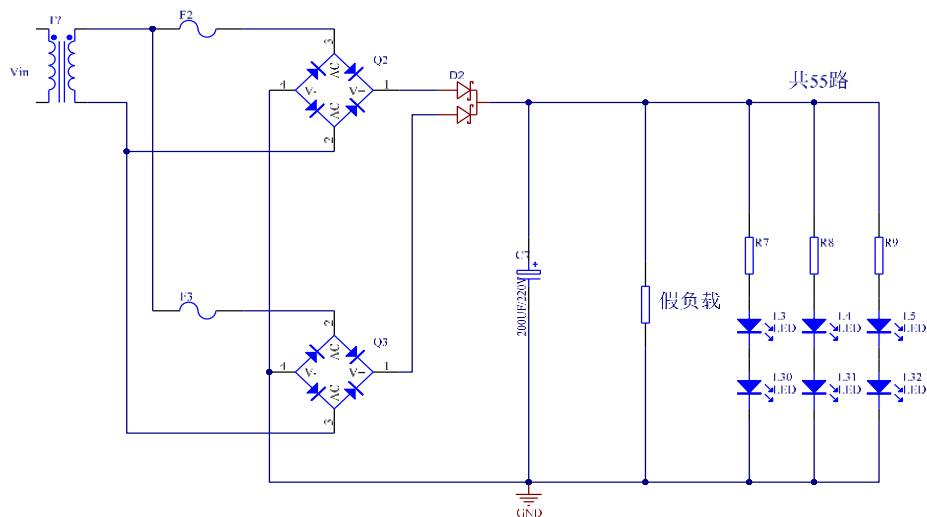
正常点灯时，稳压二极管 D1 被打通，经电阻 R_1 和 R_2 分压后使 A 点产生合适电位以打通 MOS 管 Q1，使整个发光盘正常点灯。

在不点灯时，感应电压未达到稳压二极管击穿电压，A 点电位为 0，MOS 管关断，防止了假显示的发生。

2.1.1 电路优点：感性认为串联假负载较并联假负载安全性更高。

2.1.2 电路缺点：稳压二极管和 MOS 管等电子元器件长期使用在室外，并且要保证 15 年不出问题，可靠性不容易保证。

2.2 并联假负载的防护电路



电路图

2.2.1 电路优点：并联假负载防止了感应电的产生，同时避免了使用半导体器件防感应电所产生的不可靠因素。

2.2.3 电路缺点：并联假负载，又可能会发生灯灭，继电器不落下的故障发生。

2.3 综述

两种电路各有利弊，信号机假显示有可能造成信号升级和灯灭时继电器不落下，这两种故障等级一样严重，如果我们坚持使用 LED 信号机，在目前没有更好的彻底解决办法的前提下，只能权衡利弊，然后选择并进行尽可能的防范。

西安信通博瑞特铁路信号有限公司

2022 年 12 月 23 日