

光中断器(Photo Interrupter ; ITR)在旋转方向侦测应用

1. 简介

随者科技的进步，各个电子厂对自动化的精确度的要求也逐渐提高，而为了提高精确度，自动化使用感测组件也越来越多。为了避免人眼被环境中各种产品或设备感测时发射的光干扰，所以使用人眼无法察觉的红外线(Infrared; IR)产品做为传感器。以下将会介绍如何使用红外线发光二极管(IR Light-emitting diode; IR LED)及光敏晶体管(Photo Transistor; PT)去侦测旋转方向应用。图一为基本的 IR LED 搭配 PT 的应用电路。

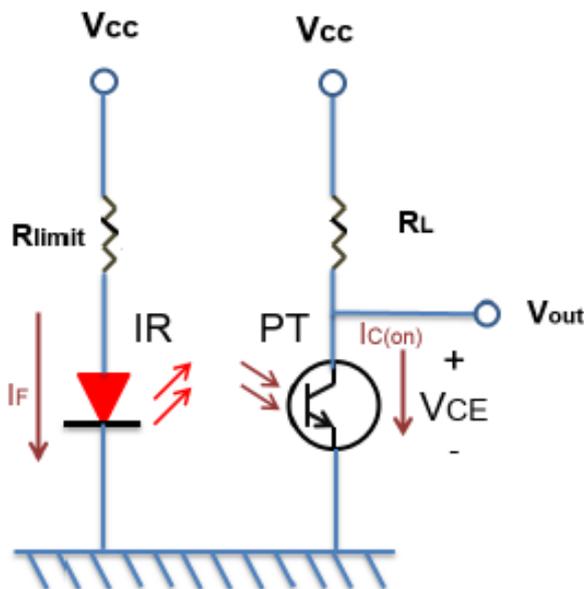


图 1. IR LED 与 PT 基本应用电路

判断说明：

- 无辐照度时，PT 截止，V_{out} 输出为高电位
- 辐照度高时，PT 饱和，V_{out} 输出为低电位

2. 对射式 ITR 旋转方向侦测

一般旋转方向的电路会跟 IR LED 与 PT 基本应用电路不一样，会多出一个 PT(理由会在下面解释)，下图 2PT 的基本电路图

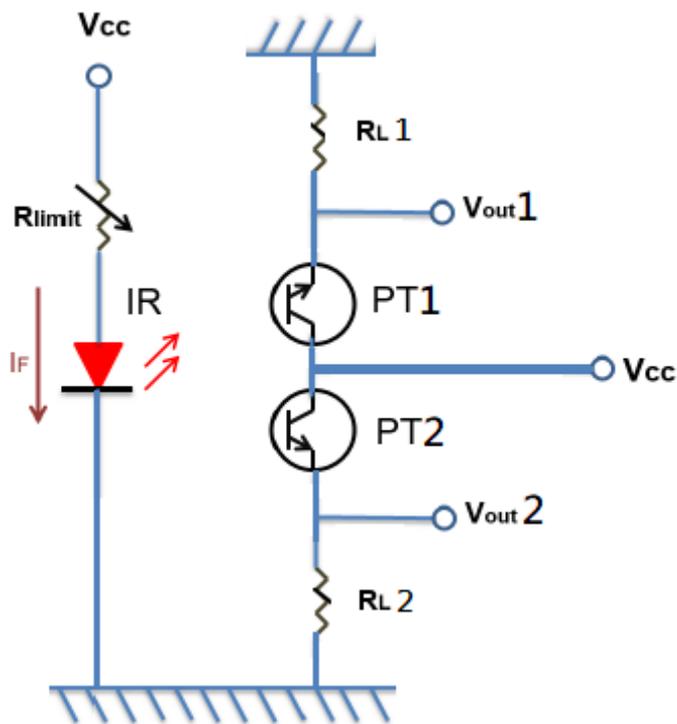


图 2. 2PT 基本电路图

2PT V_{out} 判断方式:

- 无辐照度时，PT 截止， V_{out} 输出为低电位
- 辐照度高时，PT 饱和， V_{out} 输出为高电位

增加一个 PT 是为了可以多一个讯号去判断目前旋转方向为顺时针或是逆时针，如何判断现在是顺时针或是逆时针，可以看 PT1 或 PT2 谁先发出讯号，当旋转编码器往顺时针方向旋转时，狭缝会第一时间先遮挡到 PT1，而让 PT1 output 产生低电位讯号，然后挡住 PT2，让 PT2 output 产生低电位讯号。而逆时针侦测方式刚好与顺时针方向相反。下图 3 跟图 4 为顺时针和逆时针旋转方向示意图。

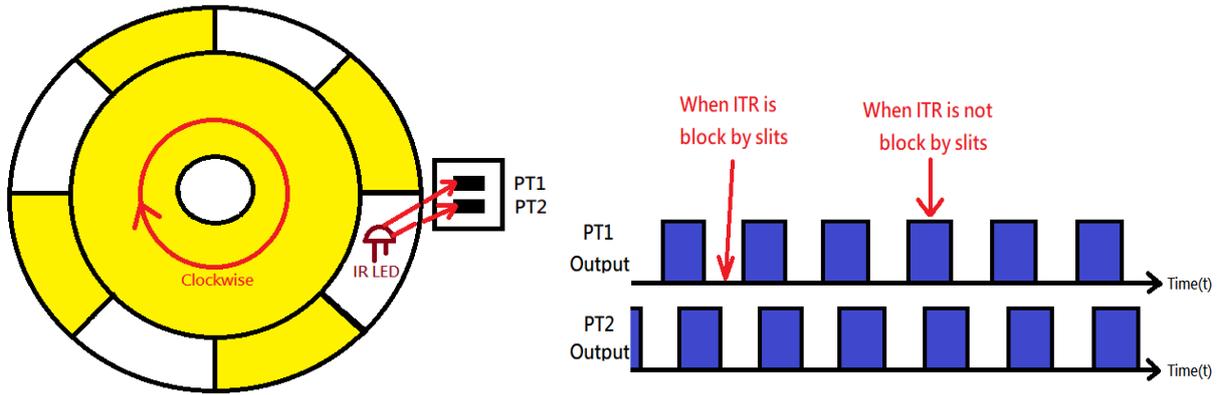


图 3. 顺时针方向

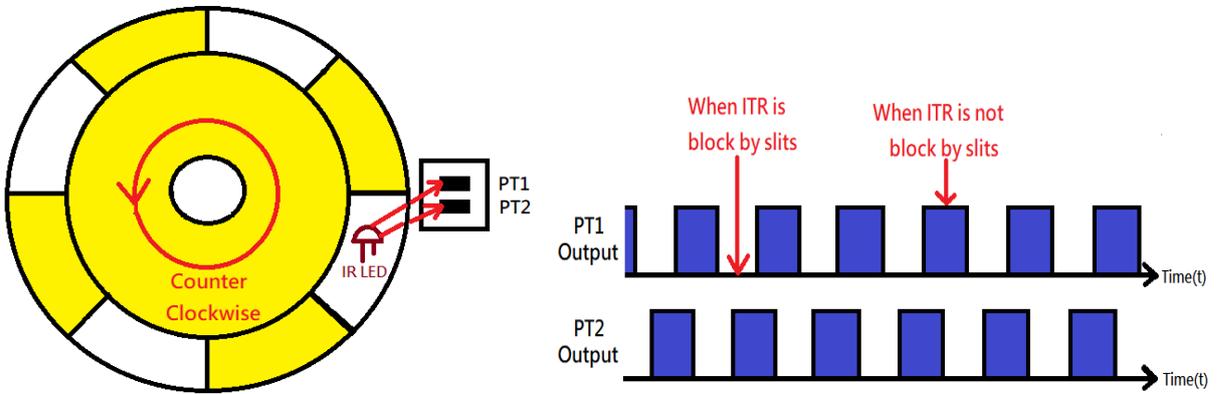


图 4. 逆时针方向

另外须注意编码轮的狭缝的长度需要大于 2 个 PT 的宽度，在旋转时才可以从 2 个 PT output 输出的先后顺序判断出旋转方向。

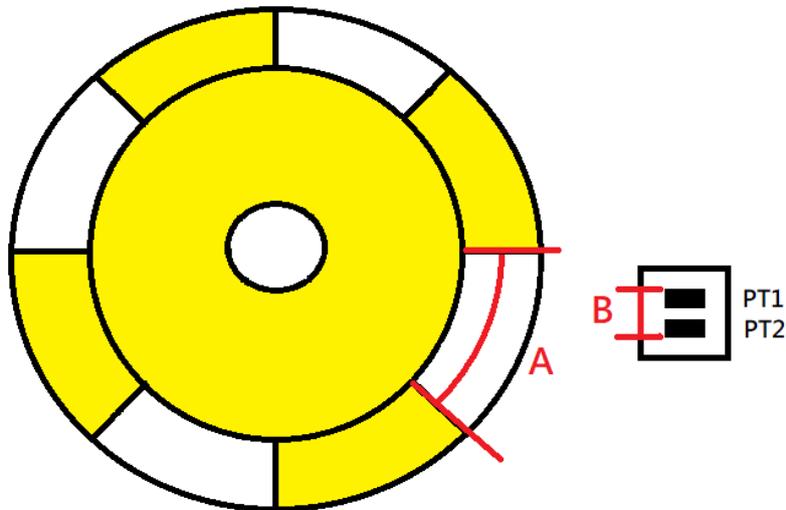


图 5. A 的距离需要大于 B 的距离

3. 实际操作

底下以 IR LED 与 2PT 实际操作，当编码轮转顺时针方向旋转时所产生如图 6，而逆时针方向旋转时所产生如图 7。这里 Ch1 为 PT2 output，而 Ch2 为 PT1 output。

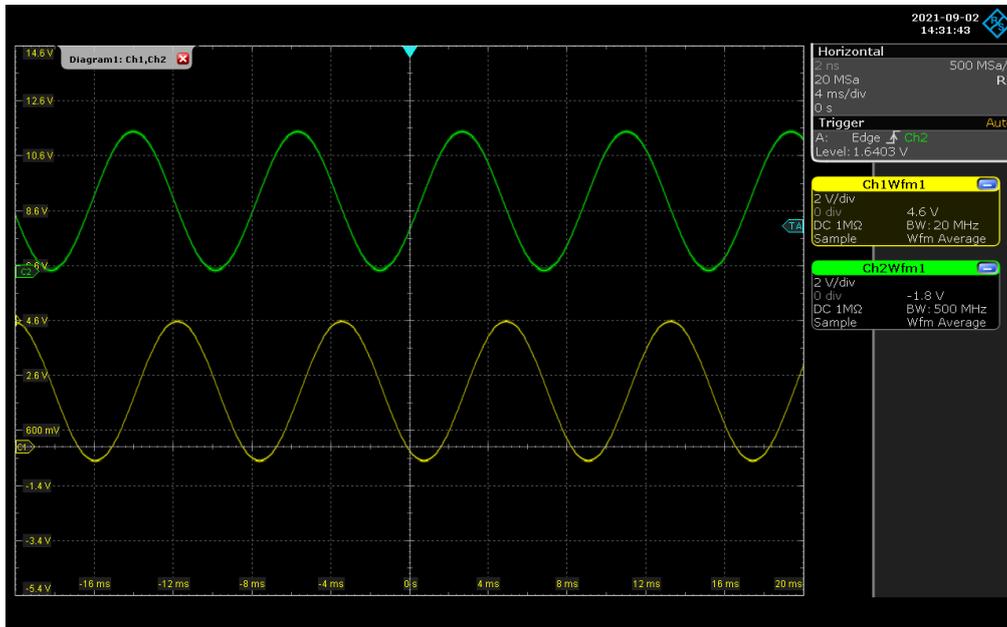


图 6. 顺时针方向旋转

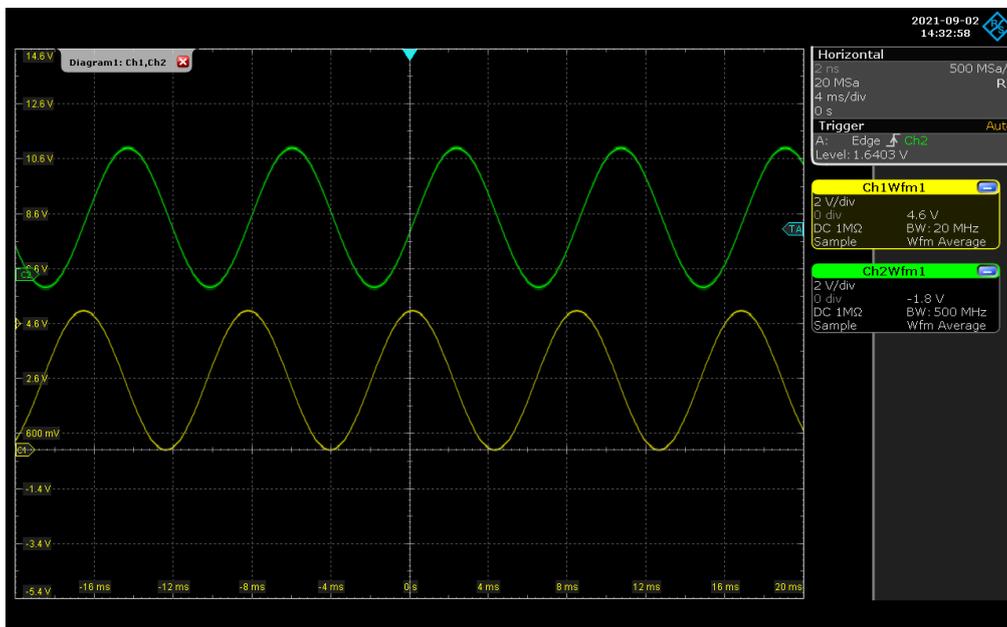


图 7. 逆时针方向旋转

如上图所看到，当旋转编码轮时示波器会产生出正弦波，为了更容易分辨哪个 PT 先产生波形，可以在输出端后面加上非对称史密特触发器(Non-Symmetrical Schmitt Trigger)，非对称史密特触发器可以让正弦波在大于或小于某一个电压值时只会产生高准位或低准位的方波。图 8 为反向非对称史密特触发器，如何计算准位电压，可以参考另一份应用手册 Analog ALS Application Note。

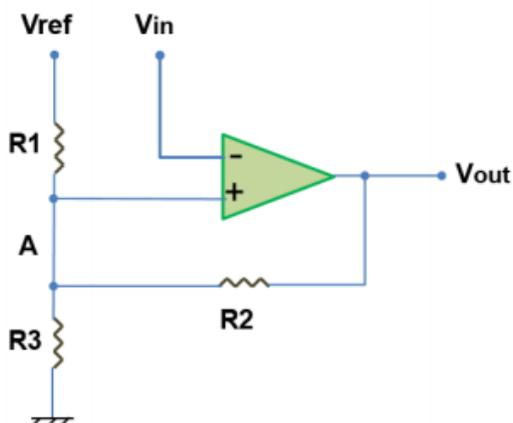


图 8. 反向史密特触发器

图 8 的 $V_{ref} = 5V$ 和 $R1=R2=R3=10k\Omega$ ，所以每当正弦波上升至约 $3.33V$ 时，就可以观察到方波下拉至低准位，而正弦波下降至 $1.66V$ 时，方波就会上升至高准位，如下图 9 编码轮往顺时针转的波形，图 10 为编码轮往逆时针转的波形。这里 Ch1 为 PT2 output，而 Ch2 为 PT1 output。

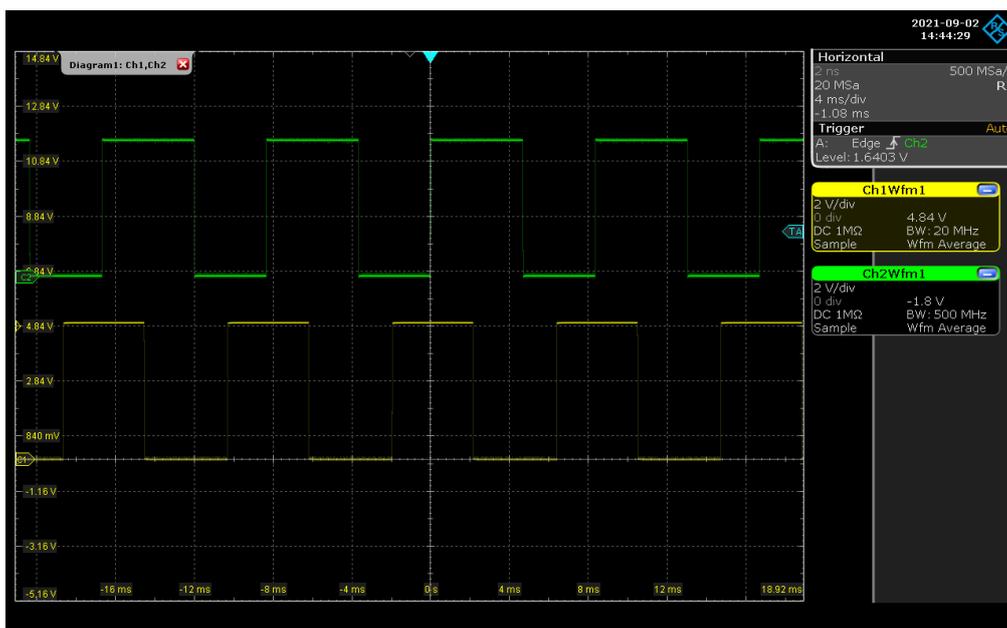


图 9. 顺时针方向旋转

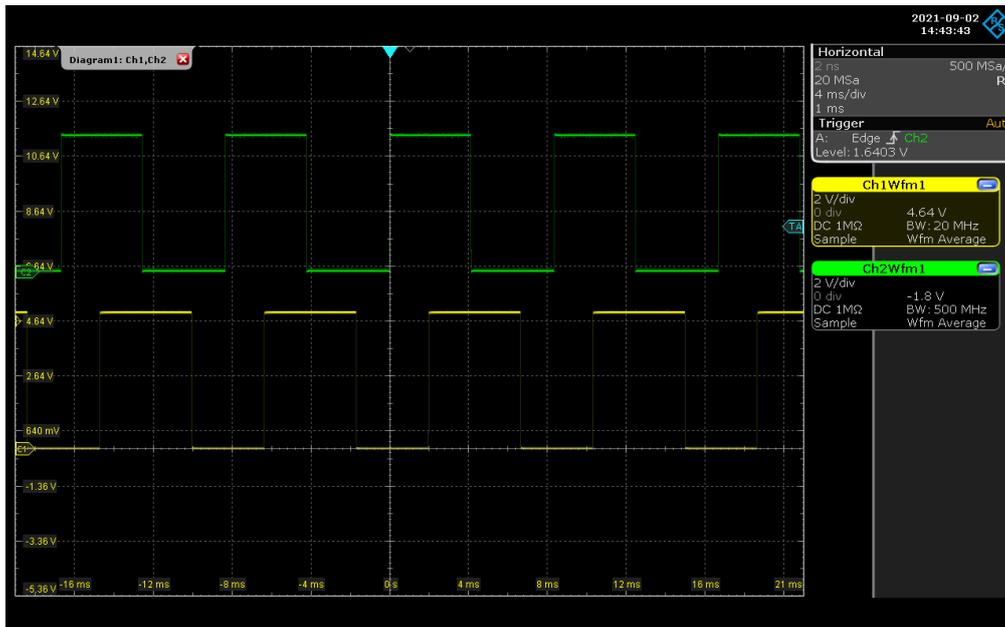


图 10. 逆时针方向旋转

另外可以利用数字化的方式来看目前编码轮的旋转方向，如表 1 显示当编码轮往顺时针方向转时可以看到一开始为 00 再来是 01 再来是 11 最后为 10，当为编码轮往逆时针方向转时可以看到一开始为 00 再来是 10 再来是 11 最后为 01。

顺时针方向 : 00 → 01 → 11 → 10

逆时针方向 : 00 → 10 → 11 → 01

表 1. 旋转方向数字化侦测方式

下图 11 为顺时针方向数字化显示，而图 12 为逆时针方向数字化显示。

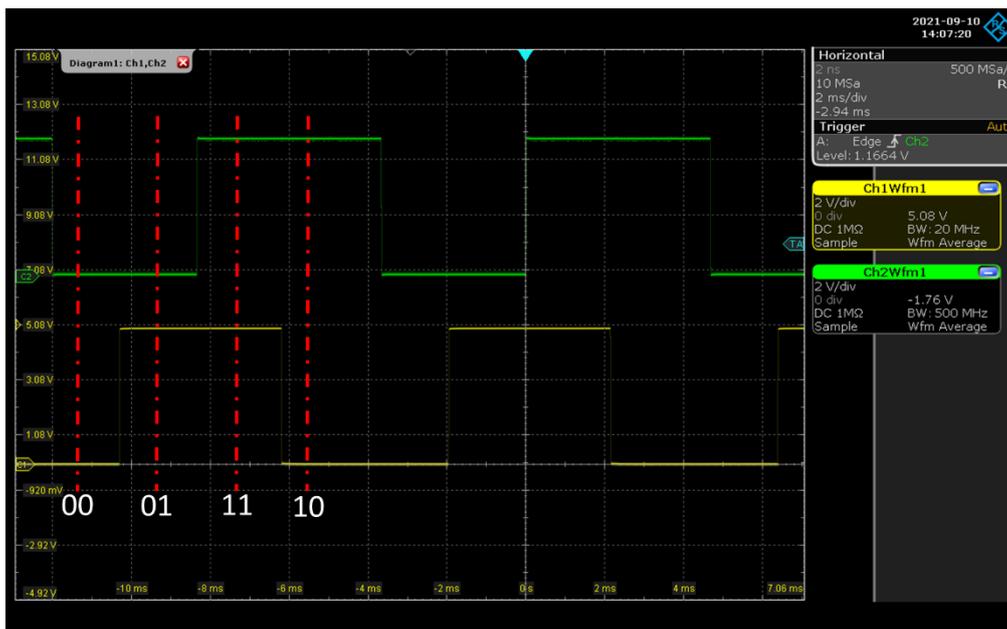


图 11. 顺时针方向旋转

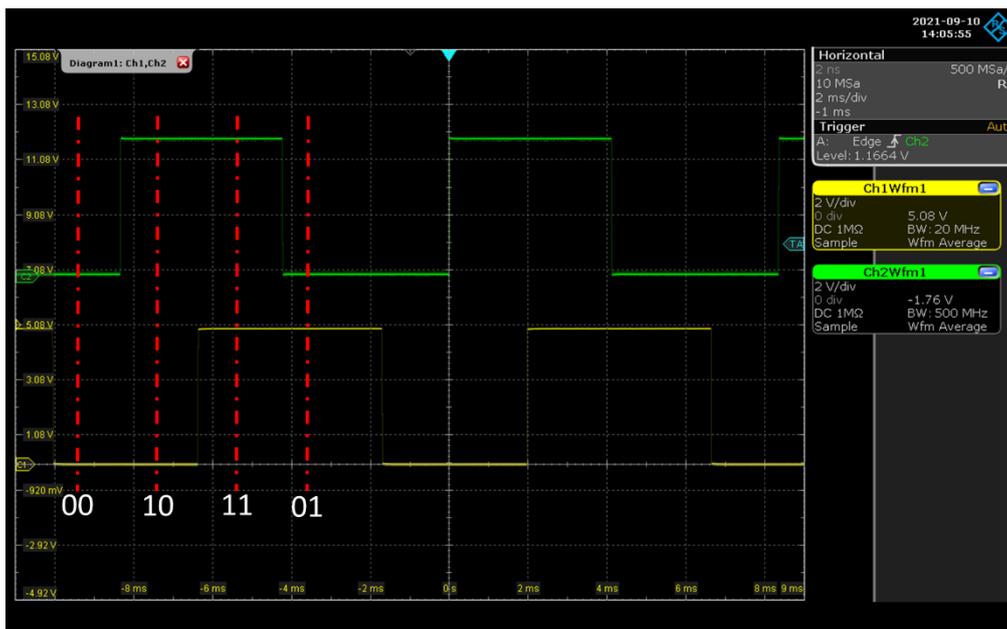


图 12. 逆时针方向旋转