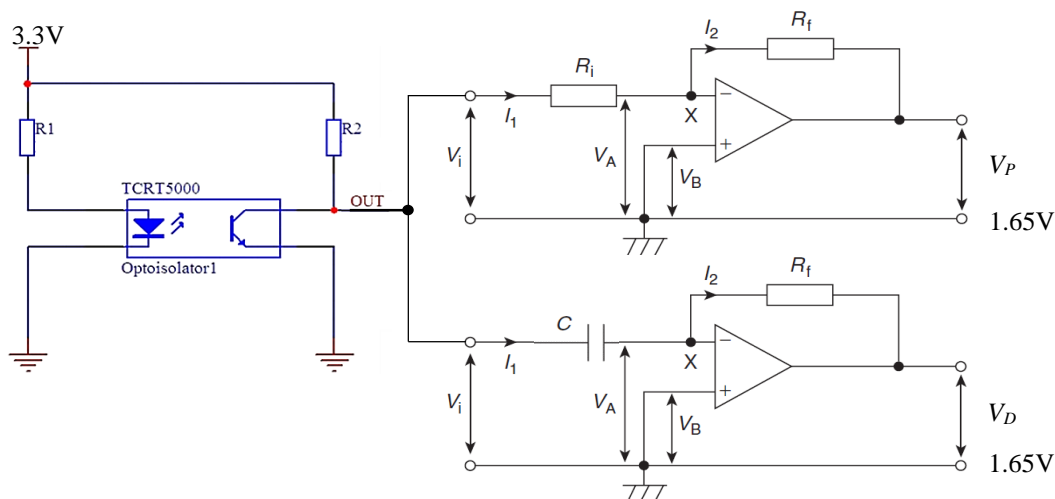


实验二：用运算放大器求位移与速度

S1. 器材

电路图如下所示（未包括电压跟随器等其他配套电路）。我们需要用到基础二中的红外线距离感受器，和基础三中的【反相闭环放大器】（输出电压信号记为 V_P ）和【反相闭环微分器】（输出电压信号记为 V_D ）。

整个系统有两个特征电压，分别是 3.3V 和 1.65V（为什么需要 1.65V 呢，这是特殊设计，有点像跷跷板，作为 0 ~ 3.3V 的中点，此处不展开讨论）。运算放大器的源电压为， $V_{S-} = 0V$ 和 $V_{S+} = 3.3V$ 。这样，输出的信号都以 1.65V 为参考值，在 0 ~ 3.3V 之间变化。



S2. 过程

把反光材料在红外线距离感受器前移动，并记录 V_P 和 V_D 。

S3. 现象

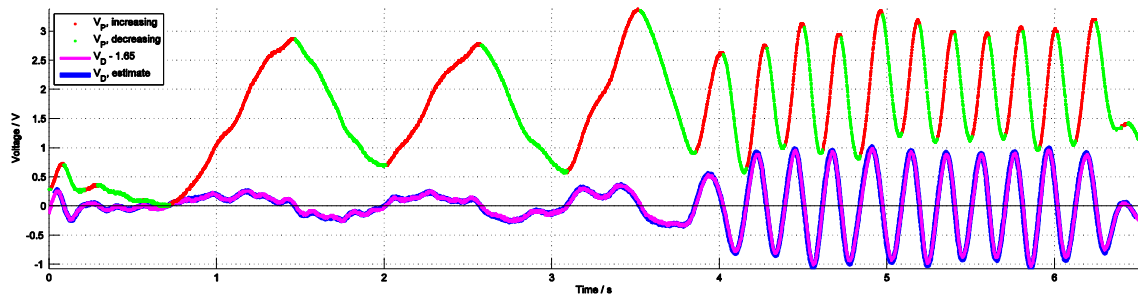
我们的采样频率为 1000Hz。这大概是一般嵌入式系统/单片机的取样频率上限。

下图展示了未饱和的 V_P 和 $(V_D - 1.65)$ 。另外，我们可以通过数值近似的方法，把 V_P 的变化率求出来，就是下图中的粗蓝线。

这样，我们可以注意到，在红点表示的区间， V_p 逐渐增大， $(V_D - 1.65) > 0$ ；在绿点表示的区间， V_p 逐渐减小， $(V_D - 1.65) < 0$ 。

$$(V_D - 1.65) \propto \frac{dV_p}{dt}$$

而且，通过数值方法得到的 V_p 的变化率，与 $(V_D - 1.65)$ 吻合得非常好。



所以，通过这个实验，我们近似得可以把 V_p 认为是悬浮物的**位移**，同时把 $(V_D - 1.65)$ 认为是悬浮物的**速度**。有了“位移”和“速度”两个概念在脑海中，我们就能对下一块基础知识【**PD 负反馈控制器**】有更加深刻的理解。