**Controle PID**

O controle proporcional, integrativo e derivativo (PID) é uma técnica relativamente simples que permite um controle eficaz de um sistema em malha fechada. O algoritmo implementado na plataforma arduino utilizou-se dessa teoria de controle para garantir a estabilidade do imã e o controle de sua posição. A equação geral do controle é:

Onde:

u(t) : saída do controlador

K_p: ganho proporcional

K_i: ganho integral

K_d: ganho derivativo

e: erro

t: tempo instantaneo

\tau: Variável de integração; assumindo os valores de tempo 0 até o atual t.

Para o sistema de levitação, a saída é o valor de PWM, no entanto o erro poderia ser tanto em relação ao campo B, quanto em relação ao próprio PWM. Caso fosse utilizado o erro como sendo , teríamos que calcular as constantes para cada posição. Isto, pois verificou-se experimentalmente que as constantes de o valor do campo B no sensor são inversas, pois quanto mais distante o ímã estiver do eletroímã, maior serão os valores das constantes, e menor serão os valores de B.

Ao se utilizar o erro como sendo , obtém-se uma relação diretamente proporcional entre a função PWM e as constantes, pois quando quanto mais distante o objeto da bobina, maior é o valor de PWM necessário para flutuar o ima nessa posição.

Os temos proporcional e derivativo são responsáveis por garantir o equilíbrio do objeto, mas não garantem o erro nulo. Ao adicionar o integrativo, o erro de posição ficou praticamente zero, e o ímã oscilou sutilmente em torno do set point.

As constantes definem o comportamento da saída, podendo ser instável, amortecido, subamortecido, e outros. Foram encontradas as constantes através de um potenciômetro, que tonaram o sistema sabamortecido. Não foi necessário obter valores das constantes para cada posição, uma vez que o erro calculado em função do PWM, corrige a expressão.

O PWM está trabalhando numa frequência de , e a saída é atualizada a cada período de oscilação, ou seja, amostras de saída por segundo., pois a função que envia o valor à saído do arduino está na rotina do timer.