



CNPEM



05 de Setembro de 2018

Calibração do encoder da bancada Kugler

Reinaldo Basilio, Luana Vilela e James Citadini

Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Campinas, Brazil

Neste relatório são apresentados os resultados da calibração da régua do encoder longitudinal da bancada Kugler MMB-7000 que é utilizada no mapeamento do campo magnético com sensores Hall.

Setup das medidas

O interferômetro XD Laser (Automated Precision, Inc.) foi utilizado para medir os erros lineares e angulares da bancada Kugler MMB-7000. Os erros angulares dos eixos transversais foram verificados com o auto-colimador Elcomat 3000 (Moller-WedeL Optical GmbH). As medidas foram feitas utilizando os parâmetros especificados na Tabela 1. A figura 1 apresenta o sistema de coordenadas e a convenção adotada para os ângulos.

Tabela 1: Configuração das medidas para alinhamento da bancada

| Parâmetro | Valor |
|--------------|--------------------|
| Movimentação | Eixo Z |
| Intervalo | $[-3400, 3400]$ mm |
| Passo | 200 mm |
| Velocidade | 100 mm/s |

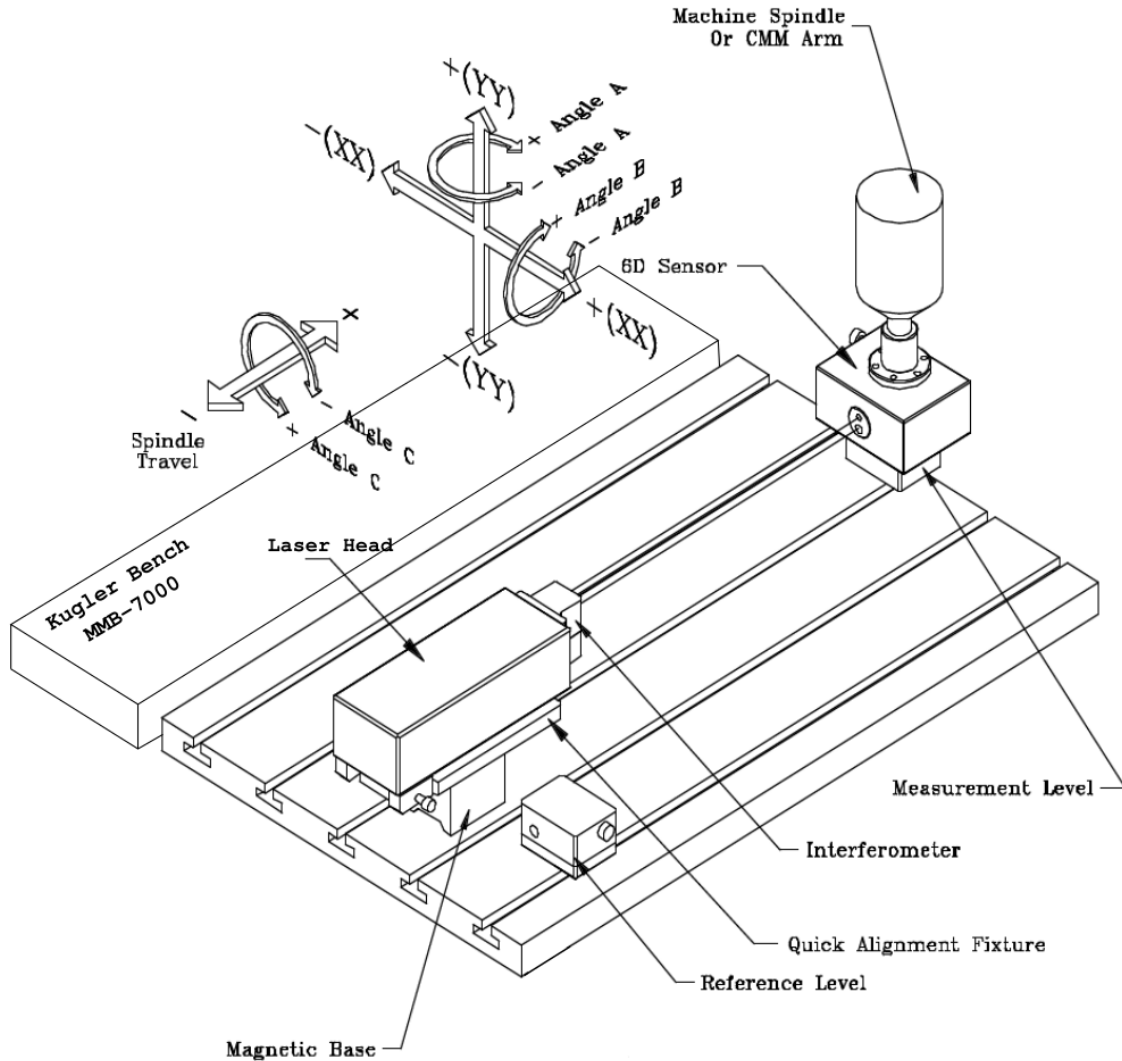


Figura 1: Sistema de coordenadas adotado nas medidas (sistema padrão do interferômetro).

Medida Antes do Ajuste do Encoder

Inicialmente as medidas com o interferômetro foram utilizadas para fazer ajustes no posicionamento das bases da bancada a fim de corrigir erros angulares e lineares dos eixos transversais (eixos X e Y). A figura 2 mostra os resultados após estas correções; os erros angulares são menores que $2''$ e os erros lineares para os eixos X e Y são menores que $5\mu\text{m}$. No entanto, a leitura dada pelo encoder da bancada para a posição longitudinal apresentou um erro de aproximadamente $100\mu\text{m}$ para o intervalo medido (que corresponde a metade do intervalo total de movimentação longitudinal da bancada). Por isso foi necessário reajustar a leitura do encoder longitudinal da bancada.

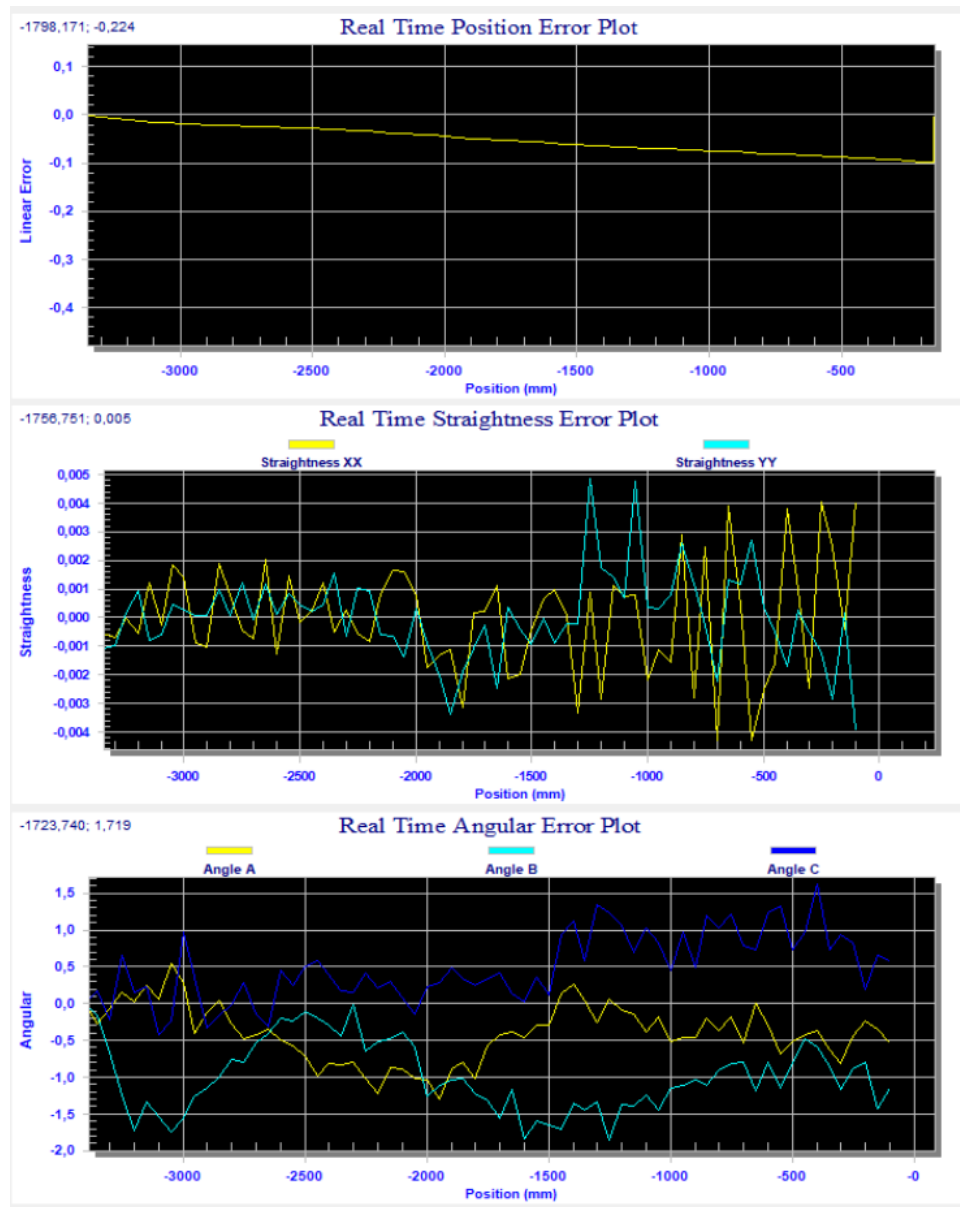


Figura 2: Erros lineares e angulares dos eixos da bancada Kugler MMB-7000 antes do ajuste da régua do encoder. Os erros lineares estão em milímetros e os erros angulares em arco segundos.

Medidas Depois do Ajuste do Encoder

A régua do encoder longitudinal possui 5 pontos de fixação ao longo da bancada. A leitura da posição longitudinal do encoder foi recalibrada ajustando a tensão na régua em cada um destes pontos. Depois de realizar essa correção foram feitas medidas com o interferômetro e com o auto-colimador para checar o alinhamento final da bancada. Durante as medidas algumas das condições ambientes foram variadas, como ligar ou desligar o ar condicionado ou apagar as luzes da sala de caracterização. No entanto, não foi observada nenhuma correlação entre as condições ambientes e os valores medidos. Os resultados são apresentados abaixo.

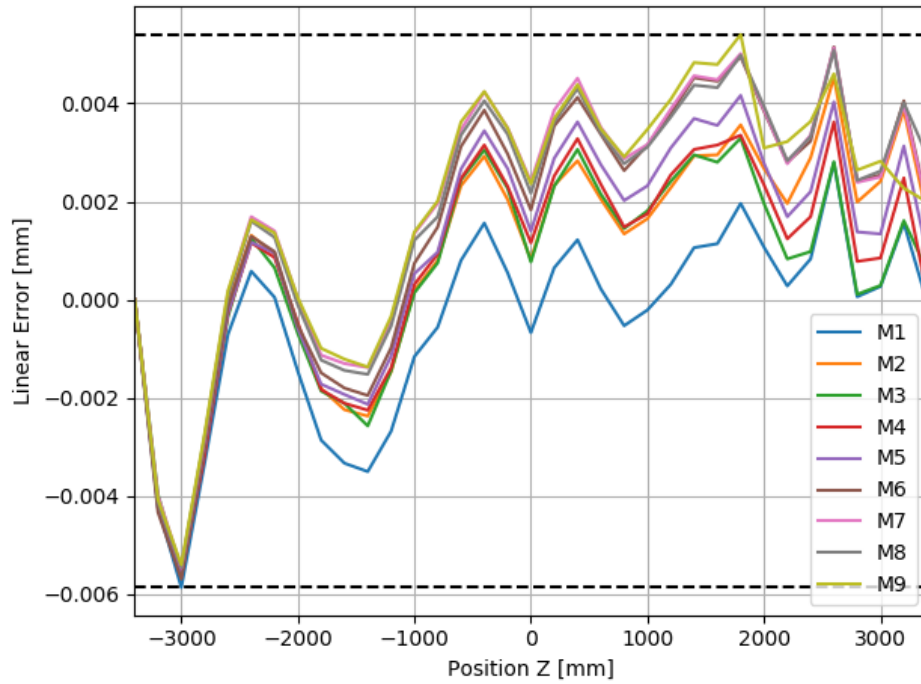


Figura 3: Erro linear longitudinal da bancada após a calibração da régua do encoder. As medidas M1, M2, M3, M4 e M5 foram feitas com as luzes e o ar condicionado ligados. A medida M6 foi feita com o ar condicionado ligado e as luzes apagadas e as medidas M7, M8 e M9 foram feitas com o ar condicionado desligado e as luzes apagadas.

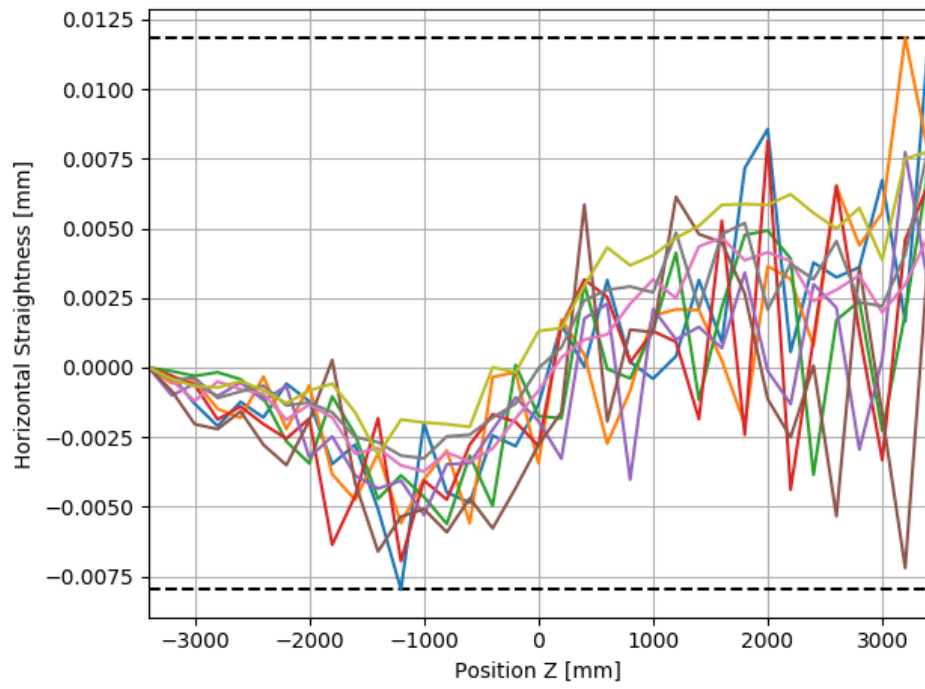


Figura 4: Erro linear horizontal.

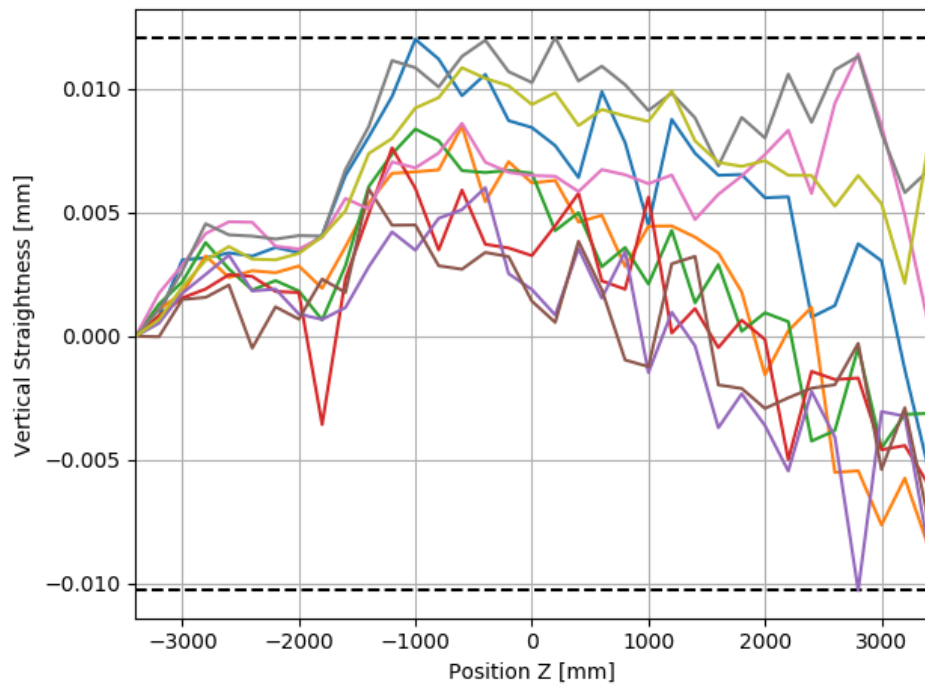


Figura 5: Erro linear vertical.

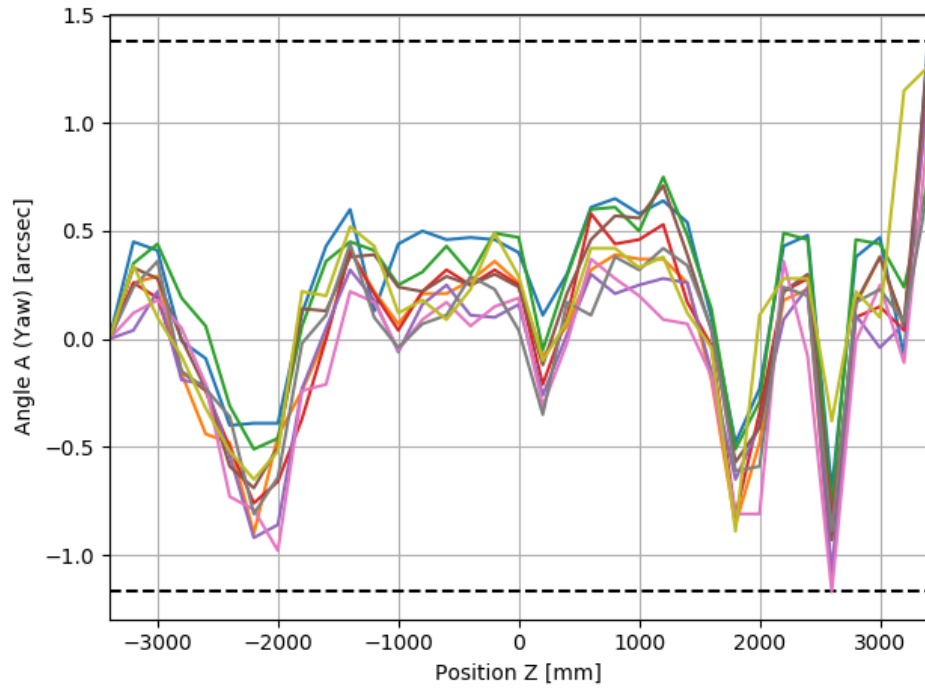


Figura 6: Erro angular A (Yaw) medido com o interferômetro.

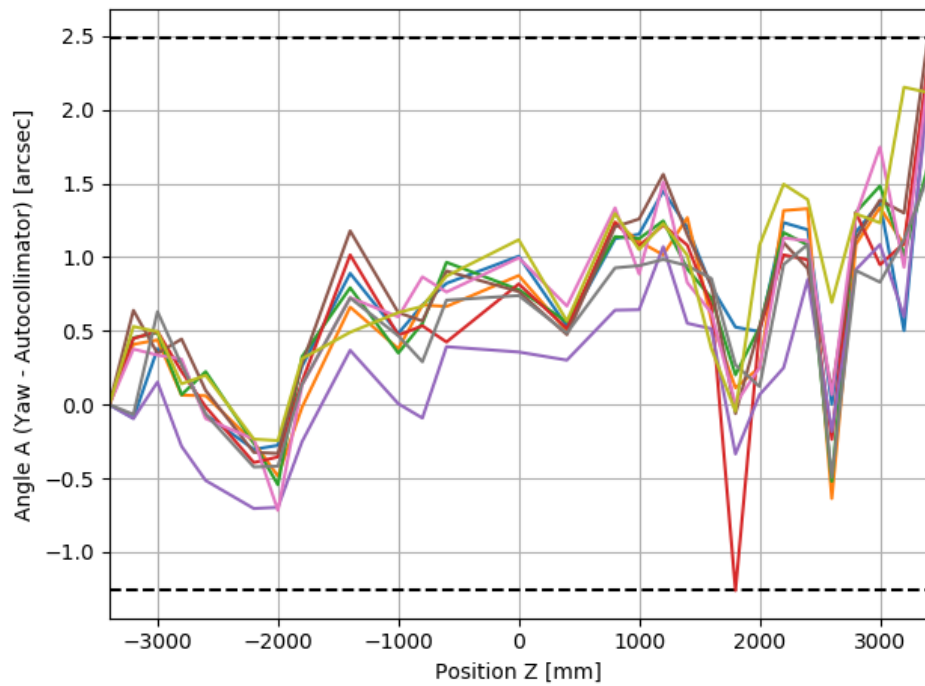


Figura 7: Erro angular A (Yaw) medido com o auto-colimador.

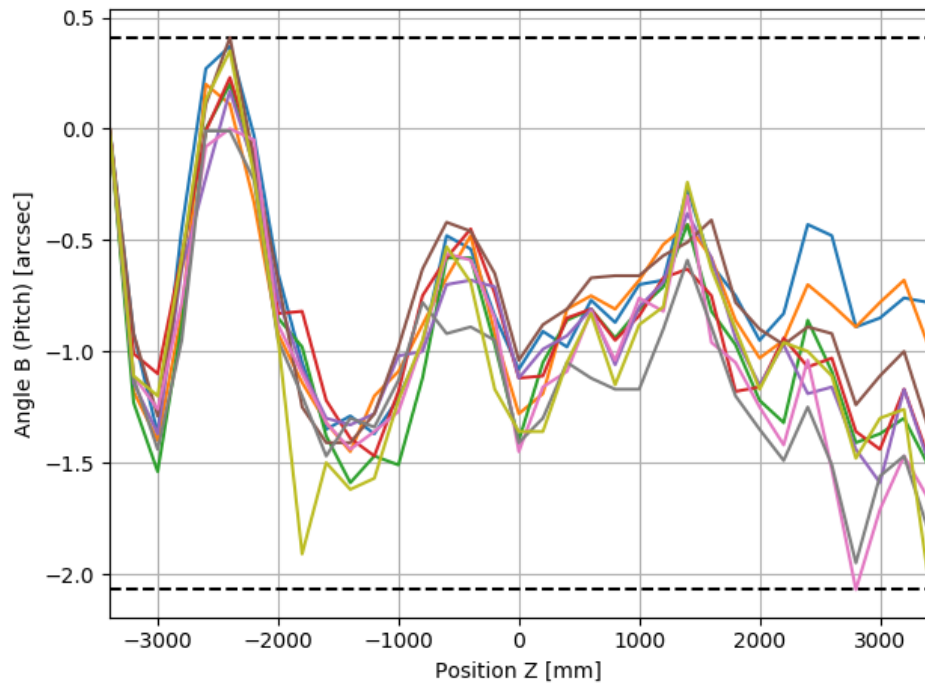


Figura 8: Erro angular B (Pitch) medido com o interferômetro.

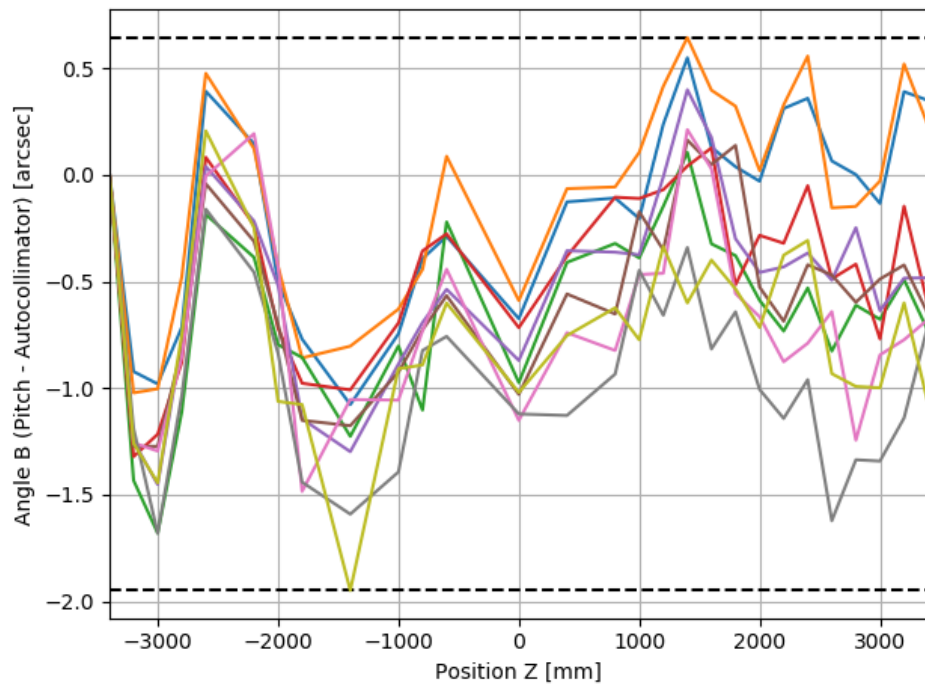


Figura 9: Erro angular B (Pitch) medido com o auto-colimador.

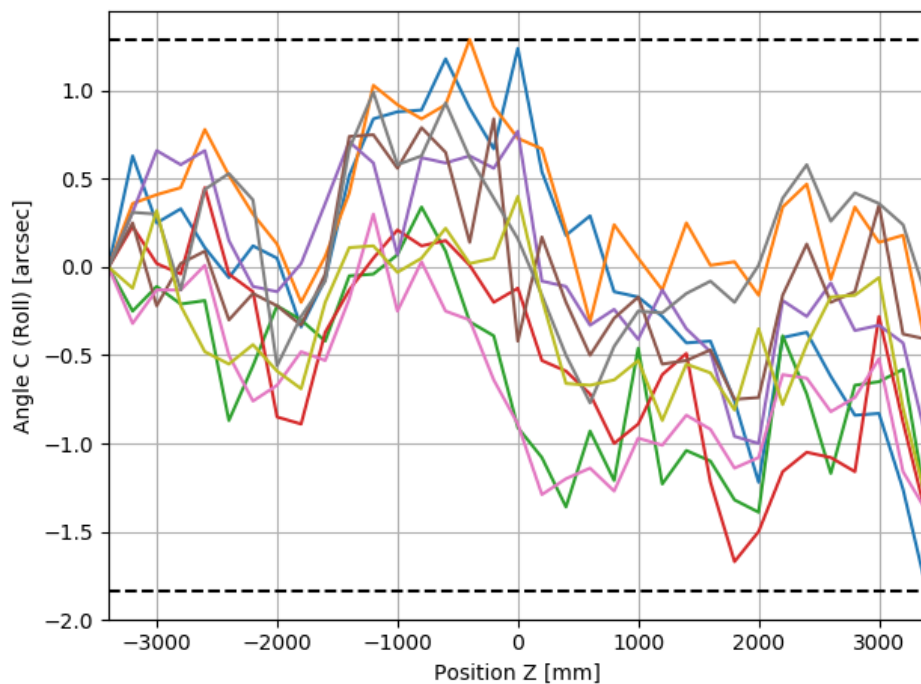


Figura 10: Erro angular C (Roll).

As figuras 11e 12 mostram o valor médio das medidas realizadas com o espectrômetro e com o autocolimador. O coeficiente de correlação entre as medidas feitas com os dois equipamentos é de 0.88 para o ângulo A e 0.73 para o ângulo B.

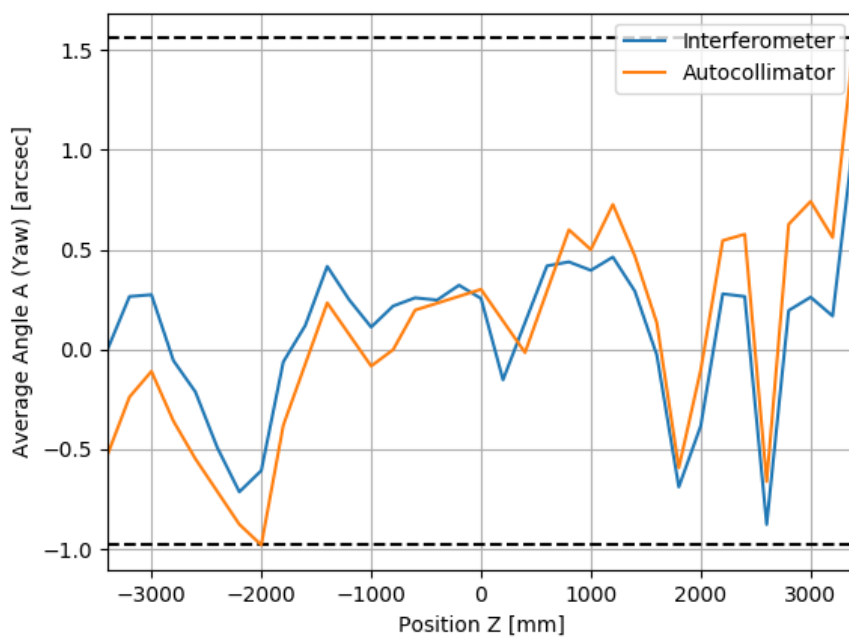


Figura 11: Erro angular A (Yaw).

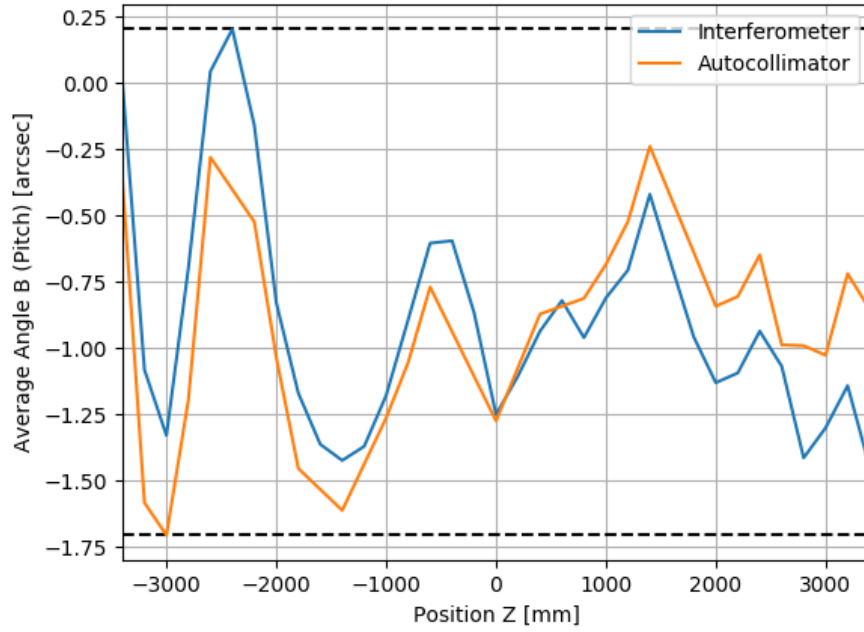


Figura 12: Erro angular B (Pitch).

A tabela 2 mostra os resultados finais obtidos após a recalibração do encoder da bancada.

Tabela 2: Erros de alinhamento da bancada MMB-7000 após o ajuste do encoder.

| | |
|--------------------------|------------------------|
| Erro linear longitudinal | $< \pm 6 \mu\text{m}$ |
| Erro linear horizontal | $< \pm 12 \mu\text{m}$ |
| Erro linear vertical | $< \pm 12 \mu\text{m}$ |
| Ângulo A (Yaw) | $< \pm 3''$ |
| Ângulo B (Pitch) | $< \pm 2''$ |
| Ângulo C (Roll) | $< \pm 2''$ |