

MEDIDORES DE POSIÇÃO A LASER

Caio Leme Assalin

Fatec São Paulo - lemeassalin@gmail.com

Eduardo Acedo Barbosa

Fatec São Paulo - ebarbosa@fatecsp.br

Centro Universitário da FEI

1. Introdução

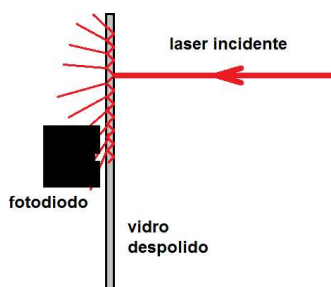
Em sistemas de medidas, utilizamos diferentes formas, equipamentos e métodos, dos quais podemos mencionar simples medições físicas. Uma das mais importantes e menos invasivas formas de medição é através dos processos ópticos, do qual podemos atender diferentes aplicações e ter um resultado muito preciso.

Sensores ópticos de posição notabilizam-se por apresentarem grande versatilidade, por

serem extremamente úteis em medidas de triangulação laser [1]. Esta técnica permite medidas de deslocamentos fora do plano com grande precisão e exatidão, inclusive em alvos de baixa refletividade. Este método consiste na projeção de um feixe laser sobre a superfície em estudo. No caso da medição de deslocamentos ou relevos, a luz refletida (ou espalhada) é coletada por um fotodetector de posição. Neste contexto, o presente trabalho propõe o estudo e desenvolvimento de um sensor de posição extremamente simples e de baixo custo, baseado na incidência de um feixe laser sobre um vidro translúcido e na detecção por fotodiodos de silício. Resultados da intensidade luminosa em função da posição do spot laser em relação à área de coleta do fotodiodo são apresentados e discutidos.

A Figura 01 ilustra o esquema no qual o detector de posição se baseia. O feixe laser incide normalmente sobre o vidro despolido, e, nesta incidência, sofre sucessivos processos de reflexão interna e espalhamento, vindo a atingir a região coletora do fotodiodo.

Figura 01 – Incidência de um feixe laser sobre um vidro despolido.



Quanto mais próximo for o ponto de incidência do laser – ou seja, o ponto cuja posição se deseja medir – da área coletora do fotodiodo, maior será a intensidade luminosa medida. Desta forma, é possível, mediante processos empíricos, obter expressões matemáticas relacionando a intensidade medida em função da posição de incidência do laser.

2. Metodologia

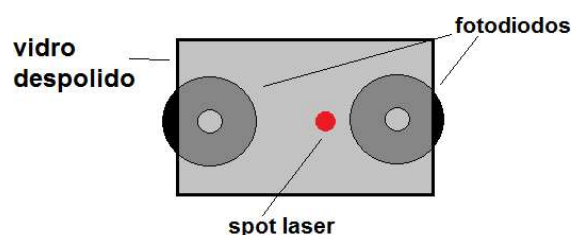
Em montagens como a mostrada na Figura 01, foram feitas medidas de intensidade luminosa registrada pelo

fotodiodo em função da distância entre o ponto de incidência do spot laser e a região coletora do fotodiodo.

Com isso, por meio de ajuste de curvas, foram obtidas expressões matemáticas, funções exponenciais, a partir das quais é possível obter a distância de um spot em relação ao fotodetector a partir do valor da intensidade da luz detectada. Para que o sistema seja imune à própria intensidade do laser incidente, serão necessários no mínimo dois fotodetectores, para que a intensidade total seja normalizada.

Foram testadas configurações nas quais o detector é unidimensional, mostrado na Figura 02.

Figura 02 – Arranjo óptico, com a incidência do spot laser sobre p vidro despolido.

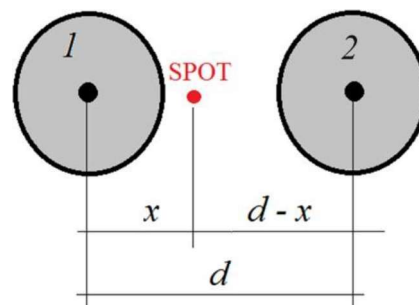


Utilizou-se como fonte luminosa um laser de diodo de potência 5 mW emitindo em 632 nm. O detector é um fotodiodo de silício com sensibilidade espectral para a faixa visível do espectro.

3. Resultados e Discussões

A Figura 03 ilustra as distâncias relativas entre o spot laser e os centros 1 e 2 dos fotodiodos, que distam entre si de 62 mm.

Figura 03 – Distâncias do spot em relação aos fotodiodos.



A Figura 04 mostra a intensidade luminosa no fotodiodo 1, enquanto que a Figura 05 mostra a intensidade no fotodiodo 2, ambas em função da posição x do spot laser, mostrada na Figura 03.

Figura 04 - Intensidade no fotodiodo 1 em função de x.

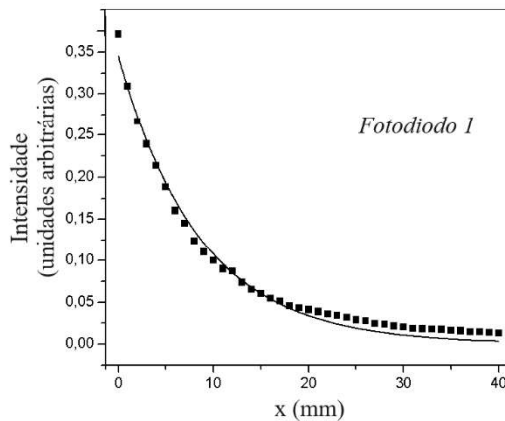
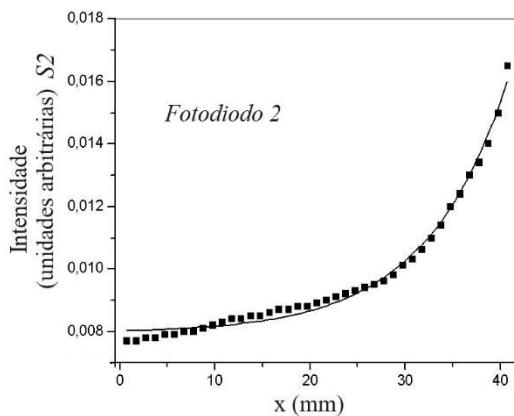


Figura 05 – Intensidade no fotodiodo 5 em função de x.



Calibração do sistema - pelos gráficos das figuras 4 e 5, obtêm-se os ajustes das funções que descrevem os sinais S1 e S2 coletados respectivamente pelos fotodiodos 1 e 2 em função da distância x mostrada na figura:

$$S_1 = y_{01} + 2A_1 e^{-x/t_1} \quad (1a)$$

$$S_2 = y_{02} + 2A_2 e^{-(d-x)/t_2}, \quad (1b)$$

onde $y_{02} = 0,00795$ (u.a), $A_2 = 0,00802$, $t_2 = 8,5$ (mm), $y_{01} = 0,01434$ (u.a), $A_1 = 0,51481$ (u.a) e $t_1 = 7,62705$ (mm).

Do sinal S1, subtrai-se o valor y_{01} . E do sinal S2, subtrai-se o valor y_{02} . Assim, S1 e S2 tomam a forma:

$$S_1 = 2A_1 e^{-x/t_1} \quad (2a)$$

$$S_2 = 2A_2 e^{-(d-x)/t_2} \quad (2b)$$

Fazendo-se a razão S_2/S_1 , tem-se

$$S_2/S_1 = \frac{A_2}{A_1} e^{x/t_1} \cdot e^{-(d-x)/t_2}, \quad (3)$$

De onde se obtém finalmente

$$x = \frac{\ln\left(\frac{S_2 A_1}{S_1 A_2}\right) + \frac{d}{t_2}}{\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2}} \quad (4)$$

Se os fotodiodos tiverem seus ganhos ajustados de modo que os sinais sejam perfeitamente simétricos, tem-se então $S_2 = S_1$ e $t_2 = t_1$ e, assim,

$$x = \frac{t \cdot \ln\left(\frac{S_2}{S_1}\right) + d}{2} \quad (5)$$

Desta forma, uma vez medida a distância d entre os dois fotodetectores, a cada medida dos valores S_1 e S_2 , obtêm-se, pela equação (4) ou pela equação (5), a posição da incidência do spot laser.

4. Conclusões

Sensores ópticos de posição permitem determinar a posição de spots laser, e portanto de objetos ou peças que refletem a luz. Este tipo de medição permite ensaios não-destrutivos com precisão e grande praticidade, em áreas como alinhamento de eixos, medida de excentricidade de eixos rotativos, controle de espessuras de folhas e placas durante sua manufatura, entre outras medidas. Os sensores de posição disponíveis no mercado não são facilmente disponíveis no mercado e têm alto custo. A pesquisa apresentada neste trabalho visa suprir esta lacuna, utilizando componentes simples, de fácil manuseio e operação e de muito baixo custo. Por envolver a razão entre dois sinais com valores de fundo já subtraídos, estes dispositivos conseguem em princípio operar em ambientes com moderada luz de fundo, e são independentes da intensidade do laser utilizado. Novos desenvolvimentos estão em curso, visando melhorar a reprodutibilidade e a exatidão das medidas.

5. Referências

- [1] K. Gasvik, Optical Metrology, third ed., Wiley, San Francisco, 2002.

Agradecimentos

Caio Leme Assalin foi remunerado com bolsa PIBIC de setembro de 2022 a setembro de 2023.