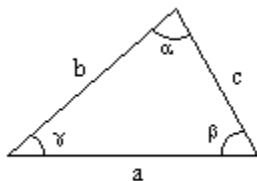


Triangulação laser

Introdução

Esta experiência tem como objectivo determinar distâncias utilizando o método de triangulação com um feixe laser.

Conhecendo o comprimento de uma das arestas de um triângulo e dois ângulos, imediatamente ficamos a saber o comprimento das outras duas arestas e o outro ângulo, com base na equação:



$$\frac{a}{\text{sen } \alpha} = \frac{b}{\text{sen } \beta} = \frac{c}{\text{sen } \gamma}$$

Uma vez que o feixe laser é extremamente direccionado, é possível medir distâncias com um laser usando o método da triangulação. Se incidirmos um feixe laser num divisor de feixe, parte da radiação é transmitida e a outra parte é reflectida. Colocando um espelho no trajecto do feixe transmitido e fazendo com que os dois feixes reflectidos se encontrem num ponto P, de modo a formar um triângulo, é possível medir a distância do espelho ao ponto P ou a distância do divisor de feixe ao ponto P, bastando para isso medir a distância entre o divisor de feixe e o espelho e os respectivos ângulos de reflexão.

Material necessário para a realização da experiência

Laser; divisor de feixe (DF); espelho (E); 2 transferidores (T); alvo (A); suportes para os diversos componentes.

Montagem experimental

O diagrama esquemático da montagem experimental é ilustrado na figura 1.

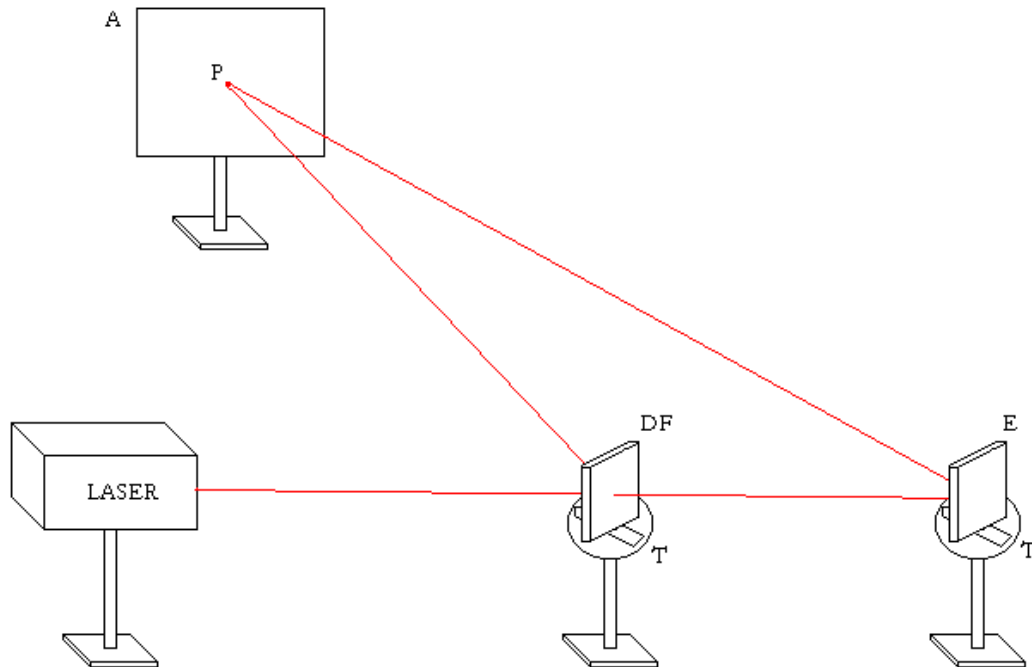


Figura 1: Diagrama experimental da experiência “Triangulação laser”.

Procedimento

A montagem deve ser efectuada de acordo com a figura 1. O sistema deve ser alinhado de modo que os feixes reflectidos pelo divisor de feixe e pelo espelho incidam no mesmo ponto no alvo.

Tratamento dos resultados

Para determinar a distância L , entre o espelho e o ponto P , é necessário medir:

- a distância d , entre o divisor de feixe e o espelho;

- o ângulo de reflexão ϕ no espelho
- o ângulo de reflexão θ no divisor de feixe

A distância d é medida com um fita métrica, enquanto os ângulos ϕ e θ são medidos com transferidores que estão acoplados, respectivamente, ao espelho e ao divisor de feixe.

A distância L obtém-se através da equação:

$$L = \frac{d \operatorname{sen} \alpha}{\operatorname{sen} \gamma}$$

em que $\alpha = 180 - 2\theta$; $\beta = 2\phi$ e $\gamma = 180 - (\alpha + \beta)$.

A menor divisão da escala dos transferidores utilizados nesta experiência é de um grau, pelo que, a incerteza na medição dos ângulos medidos directamente é de meio grau ($\Delta\phi = 0,5^\circ$ e $\Delta\theta = 0,5^\circ$). Dado que, os ângulos α e β são medidos indirectamente, devido ao factor 2, a incerteza da medição destes ângulos é de um grau ($\Delta\alpha = 1^\circ$ e $\Delta\beta = 1^\circ$). O ângulo γ é obtido a partir destes dois últimos, pelo que, a incerteza associada à sua medição é $\Delta\gamma = \Delta\alpha + \Delta\beta$, ou seja, $\Delta\gamma = 2^\circ$. A distância d foi medida com uma fita métrica cuja menor divisão é um milímetro, logo, a incerteza associada à sua medição é $\Delta d = 5 \times 10^{-4}$ m.

A incerteza relativa na medição de L está relacionada com as incertezas de d , α e γ :

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta d}{d} + \cot g(\alpha)\Delta\alpha + \cot g(\gamma)\Delta\gamma$$

Assim, para minimizar o erro da medida de L o ângulo α deve ser próximo de 90° .

Tabela de resultados:

Grandeza	d / m	$\phi / ^\circ$	$\theta / ^\circ$	$\alpha / ^\circ$	$\beta / ^\circ$	$\gamma / ^\circ$	L / m	L' / m
[G]	0,5500	35,0	45,0	90	70	20	1,6	1,5900
ΔG	0,0005	0,5	0,5	1	1	2	0,2	0,0005

[G] – valor mais provável da medição e ΔG – erro associado à medição.

L' – distância do espelho ao ponto P medida com uma fita métrica.

Análise dos resultados

Os ângulos medidos directamente apresentam um erro relativo de 1%, porém devido à propagação do erro, a medida do ângulo γ apresenta um erro relativo de 10%. Assim, a medida de L através do método da triangulação é pouco precisa, apresentando um erro relativo de 12,5%. Contudo comparando o valor desta medição com o valor obtido directamente com a fita métrica verificamos que estes são concordantes.

Além dos erros associados às medidas directas há que ter em atenção o erro sistemático que surge no divisor de feixe devido à refacção do feixe.