

QUANDO O ARCO É IGUAL AO RAIO

INTRODUÇÃO

O ângulo plano, é uma grandeza derivada do SI à qual associamos de imediato a unidade do sistema sexagesimal, grau (símbolo: °) no entanto a unidade SI é o radiano (símbolo: rad).

Vários são os tipos de equipamentos de medição de ângulo: mesa rotativa, nível de bolha, inclinómetro (nível eletrónico), suta, interferómetro laser, sextante, autocolimador, teodolito,... a utilizar em função da medição tendo em conta os requisitos finais de utilização dos valores medidos.

A realização prática do ângulo plano, os padrões e métodos de calibração utilizados no IPQ permitem a disseminação do radiano.

OBJETIVO

- Conhecer as unidades SI da grandeza ângulo plano.
- Medição da altura de uma sala (H), correspondente ao trabalho prático realizado com a utilização do transferidor, como instrumento de medição angular (α) na determinação de grandezas lineares e comparação desses resultados com outros obtidos com equipamentos de medição lineares.
- Avaliação da comparabilidade e compatibilidade dos resultados.

UNIDADES E RASTREABILIDADE METROLÓGICA

Grandeza (símbolo)	unidade (símbolo)	Definição SI da unidade	Observações
Comprimento (l, L, \dots)	metro (m)	O metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz, no vácuo, durante um intervalo de tempo de 1/299 792 458 do segundo.	Uma das 7 unidades de base do SI
Ângulo plano (α, β, \dots)	radiano (rad)	O radiano é o ângulo plano compreendido entre dois raios que, na circunferência de um círculo, intersejam um arco de comprimento igual ao raio desse círculo.	1 rad := 1 m/m = 1
	grau (°)		1° := ($\pi / 180$) rad
	minuto (')		1' := (1/60)°
	segundo (")		1" := (1/60)'

Realização prática do ângulo plano no IPQ



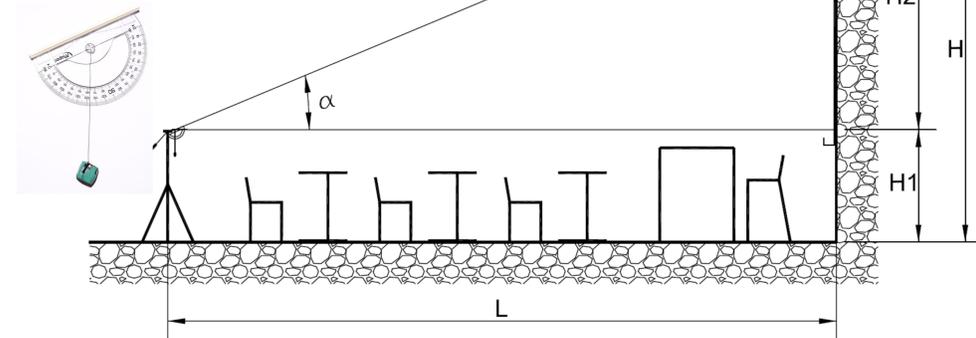
Aplicações de instrumentos de medição de ângulos

- Alinhamento de veios em máquinas ferramenta, ou de bancos de ensaio.
- Monitorização de grandes estruturas de engenharia, através da conversão de ângulos em dimensões lineares (por ex.: em pontes).
- Medição de defeitos de forma: planeza, retitude, esquadria.
- Calibração de padrões de ângulo (*cross calibration method*).
- Navegação aérea e marítima.
- Levantamentos topográficos e geodésicos.
- Astronomia.
- ...



MEDIÇÃO / PROCEDIMENTO

Determinação da altura da sala (H)		
Especificações metrológicas equipamento	Método 1: Transferidor	Método 2: Fita métrica
Resolução do dispositivo afixador	0,01745 rad 1°	0,001 m 1 mm
Intervalo de indicações	0° a 180°	[0; 3000] mm



Registo das observações e resultados obtidos

α_i (°)	α_i (rad)	tg α	H2 (calc) (mm)	L (fita) (mm)	H1(fita) (mm)	H_c (H1+H2) (mm)	H (fita) (mm)
29	0,5061	0,5543	1499	2704	1254	2753	2698
29	0,5061	0,5543	1499	2705	1253	2752	2700
28	0,4887	0,5317	1438	2705	1251	2689	2702
30	0,5236	0,5774	1562	2705	1253	2815	2703
28	0,4887	0,5317	1437	2703	1254	2691	2703
$\bar{x} =$	28,8	0,5027	1487,1	2704,4	1253,0	2740	2701
$s =$	0,8		51,8	0,9	1,2	52,1	2,2

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

\bar{x} - representa o valor medido (média das 5 observações registadas)

s - representa a quantificação da dispersão dos $n=5$ valores observados

diferença de valores entre os métodos: $|H_c - H| = 39$ mm

CONCLUSÃO

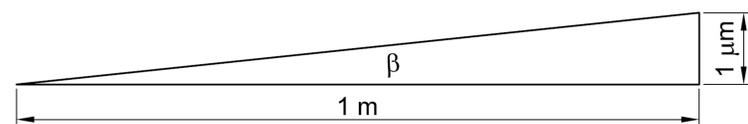
Determinação da altura da sala (H)	
Resultado Método 1: Transferidor H_c (H1+H2)	Resultado Método 2: Fita métrica H (fita)
(2740 ± 52) mm	(2701 ± 2) mm

- Os resultados de medição têm comparabilidade metrológica: são rastreados metrologicamente à mesma referência (ao metro).
- A resolução de 1° do transferidor é uma limitação à exatidão da medição, refletindo-se no valor da dispersão da altura da sala ($s(H_c) = 52$ mm).
- A avaliação da compatibilidade dos resultados obtidos pelos dois métodos requer a determinação da incerteza-padrão da diferença dos resultados. São compatíveis se o valor absoluto da diferença em qualquer par de valores medidos é menor que um qualquer múltiplo escolhido da incerteza-padrão dessa diferença.
- Através da medição de ângulos é possível obter grandezas lineares. A exatidão com que se pretende obter uma medição é função da resolução do dispositivo afixador utilizado e é relevante quando se pretende avaliar a conformidade dos produtos e controlar sistemas dinâmicos a partir da monitorização das medições.

$$\beta = 0,2063''$$

$$\beta = 1 \mu\text{m/m}$$

$$\beta = 1 \mu\text{rad}$$



Referências

ISO 80000-3: *Quantities and units - Part 3: Space and time*

Vocabulário Internacional de Metrologia - Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados (VIM), 1ª edição Luso - Brasileira, 2012