

# Microtopologia diferencial

J. C. A. FERNANDES

Centro de Física da Universidade do Porto  
Faculdade de Ciências, Praça Gomes Teixeira, 4000 PORTO

## 1. Razões da técnica

A análise das formas de superfície é uma questão importante principalmente para o sector industrial no controlo de produção por forma expedita.

A técnica apresentada, de fácil montagem, tem as seguintes características:

- i) medição sem contacto;
- ii) velocidade — o sistema pode ser desenvolvido de modo a acompanhar o ritmo de produção;
- iii) afinação fácil para variações de sensibilidade entre grandes limites (normalmente do decímetro ao micrometro);
- iv) aplicação a superfícies não ópticas;
- v) análise absoluta de formas ou a sua comparação com uma superfície de referência real ou modelo matemático;
- vi) registo global, isto é, a informação é captada de uma só vez para toda a superfície e não ponto a ponto;
- vii) resultado apresentado com diferenças de cota em relação a um modelo, quer pontual quer globalmente — técnica de Moiré — e no caso do modelo ser uma superfície plana, o resultado virá como a topografia absoluta da superfície em estudo;
- viii) possibilidade de montagem em transmissão, aplicável a objectos não opacos com variações localizadas de índice de refração — estudo de fase.

Como áreas de aplicação podemos realçar, no sector industrial, a referida utilização no controlo de qualidade, quer na linha de produção (uma vez que não necessita que as superfícies tenham acabamento óptico), quer na metrologia laboratorial. Nesta, depois de uma análise global mais grosseira, pode-se detalhar em pormenor a topografia de áreas reduzidas, com uma simples selecção de maior sensibilidade.

## 2. Montagem utilizada

A montagem base (Fig. 1) consiste num sistema de produção de franjas de interferência, utilizando um interferómetro de Michelson,

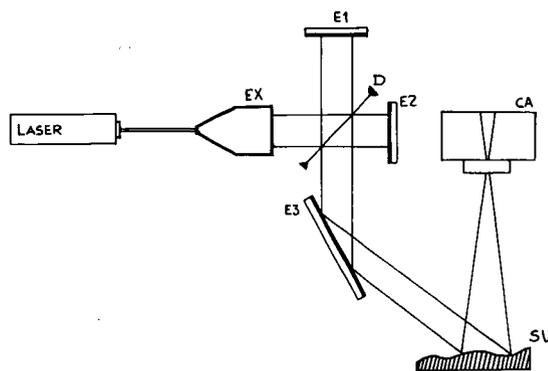


Fig. 1 — Esquema de montagem.

usando-se como fonte de luz um laser de He-Ne de 15 mW, com o feixe expandido de 1 para cerca de 25 mm de diâmetro.

As franjas, cujo espaçamento é ajustável por actuação nos espelhos dos braços do interferómetro (E1 e E2), são projetadas sobre a

superfície em estudo (SU), no caso com um ângulo de aproximadamente 45 graus em relação à normal. A recolha de imagem é feita fotograficamente.

O estudo documentado (Fig. 2) refere-se ao estudo da superfície de um segmento de

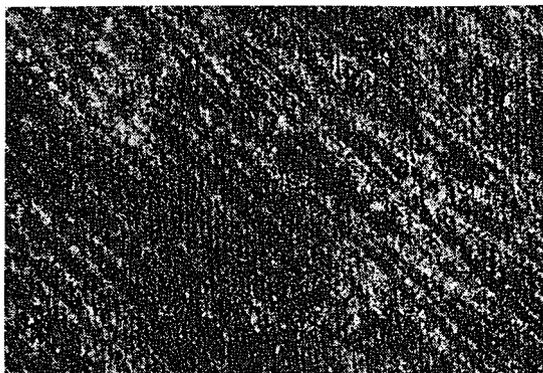


Fig. 2 — Projecção de franjas de interferência sobre a superfície de um segmento de um pistão de um motor.

um motor de combustão interna em que o espaçamento entre franjas utilizado foi de 7 micrometros e a área de cerca de 1 milímetro quadrado, que no caso da montagem utilizada estaria perto do limite prático para máxima sensibilidade.

A análise da imagem foi ainda feita manualmente, tendo dado como resultado a detecção de micro-rugosidades locais com profundidades até cerca de 5-6 micrometros com base na geometria da projecção indicada na Fig. 3.

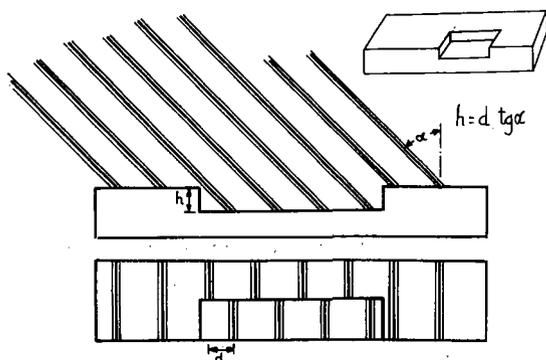


Fig. 3 — Geometria da montagem.

### 3. Melhoramentos previstos

Estão previstos diversos melhoramentos a introduzir na técnica básica exposta:

- i) Utilização da técnica holográfica para a reconstrução dos feixes — já ensaiada e com excelentes resultados. Foi obtida uma grande estabilidade da montagem, tornando-a mais fácil de inserir num ambiente industrial.

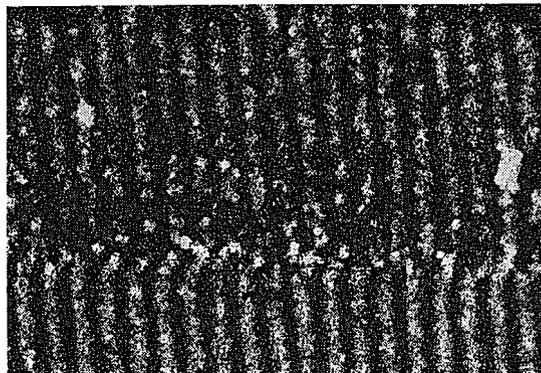


Fig. 4 — Pista condutora em cobre de um circuito impresso.

- ii) Processamento da imagem — com um sistema vídeo de aquisição de imagem com digitalização, que permitirá uma operação em tempo real do sistema sem as demoras a que a técnica fotográfica comporta.
- iii) Este sistema permitirá o tratamento digital das imagens recolhidas, pensando-se conseguir a sua completa automatização.

### BIBLIOGRAFIA

- S. W. ROWE et al., *Nature*, **216**, 786 (1966).  
 R. E. BROOKS et al., *Applied Optics*, **8**, 935 (1969).  
 Y. YOSHINO et al., *Applied Optics*, **15**, 2414 (1976).  
 J. C. PERRIN et al., *Applied Optics*, **16**, 563 (1979).  
 P. VARMAN et al., *Optics and Lasers in Engineering*, **3**, 87, (1982).  
 J. B. SCHEM, et al., *Applied Optics*, **22**, 285 (1983).  
 A. LIVNAT et al., *Applied Optics*, **22**, 3232 (1983).