

Vacuum technologies in precision machines (Preparação)

Laboratório de Física Experimental em Unidades de Investigação

Instituto Superior Técnico | LEFT | 3º ano, 1º Semestre, Período 2 | 21 de dezembro de 2021

Grupo 6B: Duarte Miguel de Aguiar Pinto e Morais Marques (96523), Joana Sofia Reis Abreu (96235), Juna Alexandra Ponte dos Santos (96549), Miguel Francisco Paixão Mendes (95755)

Investigadora responsável: Susana Cardoso de Freitas (INESC-MN, Departamento de Física do IST)

Professores da disciplina: Marta Fajardo (Responsável), João Mendanha Dias, Pedro Assis

Objetivos gerais

Na atividade laboratorial a realizar, pretende-se aprender os princípios das tecnologias de vácuo e os seus componentes. Diferentes sistemas serão estudados, de forma a obter uma compreensão alargada do funcionamento das bombas de vácuo e dos princípios físicos de leitura de pressão. Algum do *hardware* necessário será discutido nas quatro sessões laboratoriais, cada uma com uma duração de 4 horas. Estas sessões serão (à exceção da primeira) realizadas no INESC-MN (Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores - Microsistemas e Nanotecnologias), situado nas proximidades das instalações do Instituto Superior Técnico (Alameda), sendo que se pretende que os elementos do grupo se familiarizem com os sistemas de vácuo disponíveis.

Calendarização e objetivos de cada sessão laboratorial

Tendo já visitado presencialmente o laboratório no qual se efetuará a experiência (inclusive, a *Cleanroom*) e discutida a atividade laboratorial com a investigadora Susana Cardoso de Freitas (professora do Departamento de Física do IST e responsável pela presente atividade experimental) foram planeadas as seguintes sessões laboratoriais:

1ª sessão - virtual (Zoom), 4 de janeiro de 2022 (15h): Nesta sessão, procurar-se-á entender a necessidade de sistemas de baixa pressão em micro-tecnologias, assim como a sua criação com bombas de vácuo, câmaras e válvulas e a automação dos ciclos de bombeamento. Serão discutidos diferentes tipos de *gauges* (nomeadamente, do tipo *Pirani* e *Penning*) e explicados os procedimentos necessários para medir pressões até 10^{-9} Torr e como a pressão pode ser monitorizada. Será explicado o funcionamento de bombas de vácuo rotativas, turbomoleculares e criogénicas.

2ª sessão - INESC-MN (*Cleanroom*), 5 de janeiro de 2022 (15h): Procurar-se-á medir a pressão até 10^{-9} Torr. Um sensor de pressão utilizado na limpeza de filamentos será desacoplado e será analisada a velocidade de extração dos diferentes tipos de bombas de vácuo. Em particular, será utilizado o sistema de vácuo *Nordiko 2000* (Figuras 1 e 2), cujos princípios dos componentes, funcionamento e pressões atingidas serão postos em prática.

3ª sessão - INESC-MN (*Cleanroom*), 7 de janeiro de 2022 (11h): Amostras serão manipuladas em ambientes de vácuo. Serão discutidos os materiais utilizados nestes sistemas e a automação de diferentes mecanismos. No final desta sessão, deverão realizar-se descrições e representações esquemáticas dos diferentes componentes utilizados.

4ª sessão - INESC-MN (*Cleanroom*), 13 de janeiro de 2022 (13h): Esta última sessão será dedicada à monitorização da qualidade do vácuo. Medir-se-á a atmosfera dentro de um sistema de vácuo (usando um analisador de gás residual para espectroscopia de massa) e monitorizada a pressão parcial das moléculas de ar durante os ciclos de bombeamento desde a pressão atmosférica ($\approx 10^2$ Torr) até $\approx 10^{-7}$ Torr, realizando-se um teste de fuga com hélio. Dever-se-ão distinguir fugas de água e de ar e apontar estratégias para eliminar a água na atmosfera de uma câmara de vácuo.

Flexibilidade e “plano B”

Embora tenham já sido delimitadas atentamente as datas e tarefas propostas para cada sessão laboratorial, foi sugerida pela investigadora responsável uma relativa flexibilidade no programa de cada sessão. Mediante a curiosidade despertada nos elementos do grupo, poder-se-á dedicar mais tempo e atenção a determinadas aspectos ou introduzir novos elementos e propriedades de sistemas de vácuo a estudar (mediante as capacidades do laboratório). Por outro lado, os objetivos acima propostos para uma dada sessão poderão ser concluídos na sessão posterior ou serem iniciados antecipadamente na sessão anterior. Em relação ao horário selecionado, caso haja indisponibilidade inesperada de uma das partes envolvidas, poder-se-á alterar a calendarização, nomeadamente para: 6 de janeiro; 13 de janeiro a 4 de fevereiro, às terças (a partir das 16h30), quartas (12h30-17h30), quintas (13h15-17h30) ou sextas (a partir das 17h30).

Regras de segurança na *Cleanroom*

De forma a entrar e permanecer nas salas limpas, existem protocolos de segurança e regras que se devem cumprir. Em primeiro lugar, é **proibido** trazer papel sem proteção, cartão, fibras e lápis de grafite, comer, beber, fumar e mascar pastilha elástica, sendo aceitáveis papéis com micas e esferográficas sem tampa.

À **entrada**, deve-se: limpar as superfícies dos instrumentos a utilizar; colocar sapatos de plástico, botas de proteção (ISO Classe 5 ou 6), touca (se necessário, prender o cabelo), máscara e bata (ISO Classe 7 ou 8) ou macacão e capuz (ISO Classe 5 ou 6) e luvas; passar no tapete autocolante. Uma vez **dentro** da sala, devem-se adotar movimentos lentos e metódicos, mudar de luvas se necessário (fora da sala) e espirrar/tossir sempre para longe do equipamento e nunca para as luvas. Por fim, à **saída**, descartam-se as luvas e deixa-se a bata ou macacão e capuz para lavar; retiram-se os sapatos de plástico apenas depois de sair da sala de transição. Há também que ter conhecimento da localização das saídas de emergência. **Na presente atividade laboratorial, irá frequentar-se uma sala limpa de classe ISO 6** (ISO = “International Organization for Standardization”), também designada “**classe 1000**”.

Design/setup: máquina de vácuo Nordiko 2000

As representações esquemáticas apresentadas abaixo foram desenhadas tendo em conta material disponibilizado pela investigadora responsável, não lhe estando atribuídas nenhuma bibliografia específica.

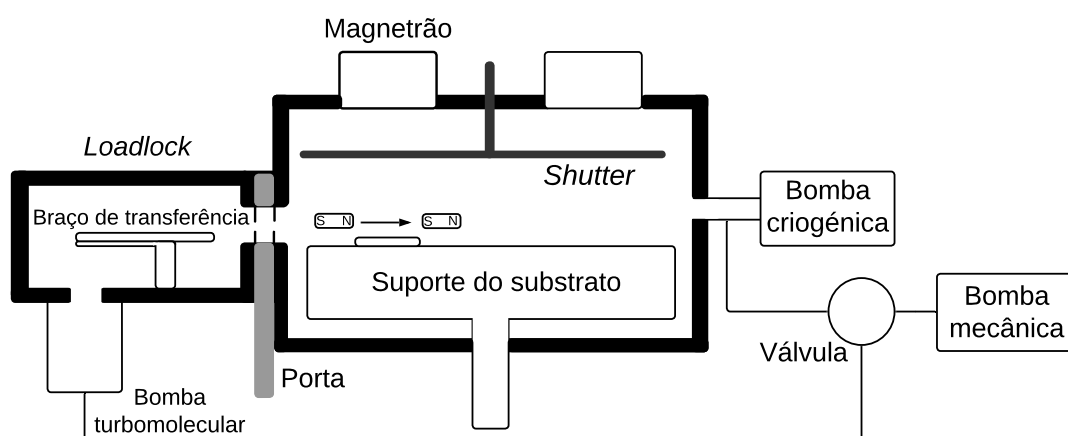


Figura 1: Representação esquemática da câmara de deposição de Nordiko 2000.

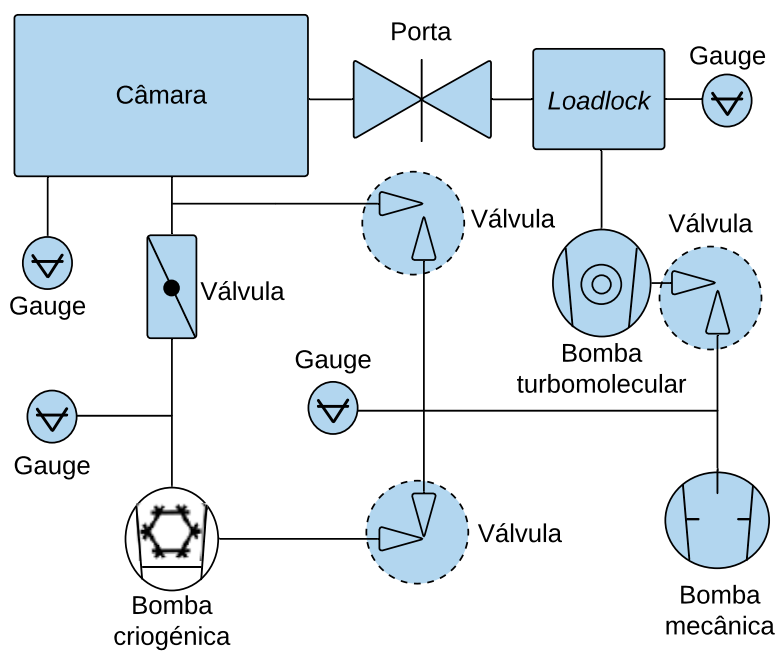


Figura 2: Representação esquemática do sistema de vácuo de Nordiko 2000.