## B.01.01 – Máquinas Hidráulicas de Fluxo

Normas e Grandezas Básicas

Prof. C. Naaktgeboren, PhD



https://github.com/CNThermSci/ApplThermSci Compiled on 2021-01-27 01h05m10s UTC







- Normas em Máquinas de Fluxo
  - Definições IEC 60193

Referências





### Nomenclatura

- Máquinas de fluxo são uma aplicação muito antiga em fluidos;
- A nomenclatura empregada é bastante heterogênea;





### Nomenclatura

- Máquinas de fluxo são uma aplicação muito antiga em fluidos;
- A nomenclatura empregada é bastante heterogênea;
- Referências incluem acadêmicas e industriais;
- Maiores fornecedores mundiais convergem para o padrão IEC.





### Nomenclatura

- Máquinas de fluxo são uma aplicação muito antiga em fluidos;
- A nomenclatura empregada é bastante heterogênea;
- Referências incluem acadêmicas e industriais:
- Maiores fornecedores mundiais convergem para o padrão IEC.
- E também o material desta disciplina.





### Norma IEC 60193

IEC é o acrônimo da International Electrotechnical Commission.

- A IEC 60193:2019 cancela e revoga a 2ª Ed. de 1999;
- Aplica-se para modelos de laboratório de máquinas de ação e de reação;
- Aplica-se para turbinas hidráulicas, bombas de armazenamento, ou turbina-bombas;





### Norma IEC 60193

IEC é o acrônimo da International Electrotechnical Commission.

- A IEC 60193:2019 cancela e revoga a 2ª Ed. de 1999;
- Aplica-se para modelos de laboratório de máquinas de ação e de reação;
- Aplica-se para turbinas hidráulicas, bombas de armazenamento, ou turbina-bombas;
- com potência unitária > 5 MW, ou
- com diâmetro > 3 m;





### Norma IEC 60193

IEC é o acrônimo da International Electrotechnical Commission.

- A **IEC 60193:2019** cancela e revoga a 2<sup>a</sup> Ed. de 1999;
- Aplica-se para modelos de laboratório de máquinas de ação e de reação;
- Aplica-se para turbinas hidráulicas, bombas de armazenamento, ou turbina-bombas;
- com potência unitária > 5 MW, ou
- com diâmetro > 3 m;
- Esta norma objetiva definir termos e quantidades empregados;
- além de estabelecer várias outras especificações, asserções e garantias...







### **Outras Normas**

- IEC 60041 Field acceptance test to determine the hydraulic performance of hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines.
- IEC 60609 Cavitation pitting evaluation in hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines.
- IEC 60609-2 Cavitation pitting evaluation in hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines Part 2: Evaluation in Pelton turbines.
- IEC 61364 Nomenclature of hydraulic machinery.
- VIM International vocabulary of basic and general terms in metrology (ABNT ISO/IEC GUIA 99).







## Subscritos e Símbolos Pertinentes

Símbolo	Definição
1	Seção de referência de alta pressão
2	Seção de referência de baixa pressão
1'	Seção de medição de alta pressão
2'	Seção de medição de baixa pressão
max, min	Máximo ou mínimo valor, respectivamente
P	Referente ao protótipo, em tamanho real
M	Referente ao modelo em escala reduzida
ref	Valores em condição de referência especificada
amb	Valores referentes ao ambiente
pl	Valores da planta
R	Referente à condição de disparo (runaway)















## Termos Geométricos

Símbolo	Definição
$A (m^2)$	Área
a (m)	Abertura de palhetas (menor distância média entre palhetas adjacentes)
$\alpha$ (°)	Ângulo de abertura de palhetas (valor médio à partir do fechamento)
$\beta$ (°)	Ângulo de abertura de pá de rotor
D(m)	Diâmetro de referência (geralmente mínimo e não variável)
z (m)	Nível, ou quota (elevação em rel. a uma ref.: nível do mar)







# Quantidades e Propriedades Físicas

Símbolo	Definição
$g  (\text{m/s}^2)$	Aceleração devido à gravidade
$\Theta(K)$	Temperatura termodinâmica
$\theta$ (°C)	Temperatura em Celsius, $\theta = \Theta - 273, 15$
$\rho  (kg/m^3)$	Densidade. Subscritos incluem: $w$ , $a$ e $Hg$ , para água, ar e Mercúrio
$p_{va}$ (Pa)	Pressão absoluta de vapor d'água (uma função da temperatura)
$\mu \left( \mathrm{Pa} \cdot \mathrm{s} \right)$	Viscosidade dinâmica
$v (m^2/s)$	Viscosidade cinemática, ou difusividade do movimento, $\mathbf{v} = \mu/\rho$
$\sigma\star (J/m^2)$	Tensão superficial





### Termos de Vazão e Velocidade

	Símbolo	Definição
-	$Q  (\mathrm{m}^3/\mathrm{s})$	Vazão (taxa de escoamento volumétrica)
	$\rho Q  (\mathrm{kg/s})$	Vazão mássica (taxa de massa)
	$Q_{1'}$ ou $Q_{2'}$	Vazão volumétrica medida
	$Q_1$ ou $Q_2$	Vazão volumétrica na seção de referência
	$Q_R  (\mathrm{m}^3/\mathrm{s})$	Vazão volumétrica em condição de disparo (runaway)
	$Q_0  ({\rm m}^3/{\rm s})$	Vazão volumétrica da turbina em potência mecânica nula (no-load)
	$q  (\mathrm{m}^3/\mathrm{s})$	Vazão de vazamentos (perdas)





# Termos de Vazão e Velocidade (Cont.)

Símbolo	Definição
v (m/s)	Velocidade média, $v = Q/A$
n(1/s)	(Velocidade de) rotação: revoluções por unidade de tempo
u  (m/s)	Velocidade periférica (de rotor), $u = \pi Dn$
$n_R (1/\mathrm{s})$	Rotação, em regime permanente, em condição de disparo (runaway)
$n_{Rmax} (1/s)$	Rotação, em regime permanente, máxima em condição de disparo





## Termos de Pressão

Símbolo	Definição
p <sub>abs</sub> (Pa)	Pressão absoluta — pressão estática de um fluido em relação ao vácuo
$p_{amb}$ (Pa)	Pressão ambiente — pressão absoluta do ar ambiente
p (Pa)	Pressão manométrica, $p = p_{abs} - p_{amb}$ , no nível de referência da
	medição.





### Referências

- Potter, M. C., et al. Mecânica dos Fluidos. Seção 12-1. Cengage. São Paulo. ISBN 978-85-221-1568-6.
- International Electrotechnical Commission, IEC 60193 Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines – Model acceptance tests. International Standard. 2019. webstore.iec.ch/publication/60951.





