

RESOLUÇÃO Nº 03/18 – CONSU, 06 de fevereiro de 2018.

PLANO DE ENSINO

CURSO	
Engenharia Civil	
PROFESSORES	
Gilberto O. Ieno e Raimundo Ferreira Ignacio	
DISCIPLINA	PERÍODO
Hidráulica I	5

CARGA HORÁRIA EXPOSITIVA – SALA DE AULA (Horas)	CARGA HORÁRIA SUPERVISIONADA (Horas)	CARGA HORÁRIA TOTAL NO SEMESTRE (Horas)
<i>Carga horária prevista</i> 60	<i>Carga horária prevista</i> 20	Soma das cargas horárias 80

EMENTA
<i>Equação da Energia para fluido real com a presença de máquina. Perda de carga singular e distribuída. Curva característica de uma instalação. Estudo de semelhança entre bombas centrífugas. Estudo da variação de vazão de uma instalação por meio de duas alternativas: variação da CCI e variação da CCB. Utilização dos ábacos de perda de carga distribuída. Estudo de cavitação. Estudo de canais abertos em regime permanente: equação de Manning; raio e diâmetro hidráulico; melhor seção transversal; regimes de escoamento; velocidade de propagação de uma onda; energia específica; método prático para o dimensionamento de canais de seção circular em função da relação Y/D; problemas práticos.</i>

OBJETIVOS
<i>Capacitar o futuro engenheiro a interpretar e desenvolver de forma autônoma os estudos relacionados aos escoamentos em condutos forçados e livres e saber selecionar uma bomba hidráulica, onde terá competência para obter suas curvas características e especificar seu ponto de trabalho.</i>

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES
<i>Capacitar o aluno a interpretar e desenvolver os cálculos de perda de carga em instalações hidráulicas; desenvolver um projeto básico de uma instalação de bombeamento, ou seja, obter a equação da CCI, com a vazão de projeto escolher a bomba adequada, saber obter as curvas características da bomba (CCB), com a CCB especificar seu ponto de trabalho e saber a forma mais eficiente de alterá-lo, verificando a existência do fenômeno de cavitação e calculando o custo de operação; desenvolver estudos básicos relacionados aos condutos livres (canais).</i>

ORGANIZAÇÃO DIDÁTICO-METODOLÓGICA		
ORDEM	CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS	METODOLOGIAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM PREVISTAS
1	<p>Capítulo 1 - Equação da Energia para fluido real com a presença de máquina Exercícios envolvendo instalação com bomba ou turbina. Aplicações da equação da energia em tubos de Pitot e de Venturi Simulação de uma experiência de laboratório para o levantamento das curvas características de uma bomba centrífuga: $\eta_B = f(Q)$ e $HB = f(Q)$.</p> <p>Capítulo 2 - Perda de carga singular e distribuída Raio hidráulico; fatores que interferem na perda de carga distribuída; equação geral da perda de carga distribuída, coeficiente de perda de carga e diagrama de Moody e diagrama de Rouse. Perda de carga singular; equação da perda de carga singular, coeficiente de perda de carga e comprimento equivalente.</p> <p>Capítulo 3 - Curva característica de uma instalação Traçado da CCI de uma instalação, envolvendo uma bomba centrífuga, dois reservatórios abertos, uma válvula globo, uma válvula de retenção e dois cotovelos de 90º Ponto de encontro entre a CCI e uma CCB e cálculo da potência do motor da bomba e do rendimento da instalação.</p>	<p>Praticar a aula invertida, para tal o material em PowerPoint e em vídeo é disponibilizado aos alunos, isto através do grupo no facebook: TURMA DE FT, HIDRÁULICA E HIDROLOGIA DO MARIO SCHENBERG e do canal do YouTube: www.youtube.com/c/AlemãoMecfluResolve</p> <p>Através dessa metodologia levar o aluno a se tornar autodidata e parceiro responsável do processo ensino aprendido, onde ele se tornará um “aprendedor”.</p>
2	<p>Capítulo 4 - Estudo de semelhança entre bombas centrífugas Semelhança geométrica e dinâmica; adimensionais que caracterizam o funcionamento de uma bomba centrífuga; estudo de semelhança entre duas bombas iguais com variação de rotação; estudo de semelhança entre duas bombas semelhantes, de mesma rotação, com variação de diâmetro. Exercícios utilizando catálogos de bombas semelhantes, de mesma rotação.</p> <p>Capítulo 5 - Estudo da variação de vazão de uma instalação por meio de duas alternativas: 1 - Pela variação da CCI, quando se efetua o fechamento da válvula globo. 2 - Quando se mantém a CCI e se reduz a rotação da bomba.</p>	<p>Praticar a aula invertida, para tal o material em PowerPoint e em vídeo é disponibilizado aos alunos, isto através do grupo no facebook: TURMA DE FT, HIDRÁULICA E HIDROLOGIA DO MARIO SCHENBERG e do canal do YouTube: www.youtube.com/c/AlemãoMecfluResolve</p> <p>Através dessa metodologia levar o aluno a se tornar autodidata e parceiro responsável do processo ensino aprendido, onde ele se tornará um “aprendedor”.</p>

<p>3</p>	<p>Capítulo 6 - Utilização dos ábacos de perda de carga distribuída</p> <p>Ábacos de perda de carga para tubos de aço galvanizado e de PVC Ábaco de Hazen-Williams para tubos de aço galvanizado Exercícios utilizando uma instalação em idades diferentes.</p> <p>Capítulo 7 - Estudo de cavitação</p> <p>Conceito de cavitação; perda de carga na tubulação de sucção; pressão de saturação da água; definição de NPSH de uma instalação; apresentação da curva de NPSH requerida por uma bomba. Exercícios, utilizando uma curva de NPSHR e o traçado da curva NPSHD da instalação.</p> <p>Capítulo 8 - Estudo de canais abertos em regime permanente⁸⁸</p> <p>8.1 - Equação de Manning - Vazão em regime permanente 8.2 - Raio Hidráulico - RH 8.2.1 - Conduto Forçado de Seção Circular 8.2.2. - Canal aberto de seção retangular 8.3 - Melhor Seção Transversal 8.3.1 - Melhor seção transversal de um canal retangular 8.3.2 - Melhor seção transversal de um canal de seção trapezoidal 8.3.3 - Melhor seção transversal de um canal circular 8.4 - Regimes de Escoamento 8.5 - Velocidade de propagação de uma onda 8.6 - Energia específica 8.7 - Método prático para o dimensionamento de canais de seção circular em função da relação Y/D 8.7.1 - Relação entre o tirante Y e o diâmetro D 8.7.2 - Relação entre a área da seção transversal o tirante Y 8.7.3 - Raio hidráulico 8.7.4 - Coeficiente C 8.7.5 - Escoamento em situação crítica 8.7.6 - Tabela para tubos de seção circular para valores de Y/D 8.8 - Exercícios</p>	<p>Praticar a aula invertida, para tal o material em PowerPoint e em vídeo é disponibilizado aos alunos, isto através do grupo no facebook: TURMA DE FT, HIDRÁULICA E HIDROLOGIA DO MARIO SCHENBERG e do canal do YouTube: www.youtube.com/c/AlemãoMecfluResolve</p> <p>Através dessa metodologia levar o aluno a se tornar autodidata e parceiro responsável do processo ensino aprendido, onde ele se tornará um “aprendedor”.</p>
----------	---	---

ATIVIDADES PRÁTICAS SUPERVISIONADAS		
ORDEM	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	CARGA HORÁRIA PREVISTA
1	<p><i>Elaboração de relatórios técnicos das experiências:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Experiência de bomba com objetivo de obter as curvas: carga manométrica em função da vazão na rotação do fabricante - $H_B = f(Q)$ – e a curva universal da bomba - $\psi = f(\phi)$. 2. Experiência do freio dinamométrico com objetivo de obter a curva do rendimento da bomba em função da vazão – $\eta_B = f(Q)$ <p>Importante os dados para o desenvolvimento dos relatórios são obtidos em bancada de laboratório e são obtidos através de vídeos no YouTube no canal Alemão MecFlu Resolve, o que representa simulações das experiências www.youtube.com/c/AlemãoMecfluResolve</p>	4 horas
2	<p>A cada três aulas será entregue uma lista de exercícios ligadas as mesmas (aula 3, 6, 9, 12) e que será a base de uma avaliação que comporá a nota das diversificadas</p>	8 horas
3	<p><i>Elaboração de relatórios técnicos das experiências:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Estimativa da vazão pelo diagrama de Rouse 4. Experiência para obtenção da CCI prática, ou seja, obtenção da CCI através de um inversor de frequência. <p>Importante os dados para o desenvolvimento dos relatórios são obtidos em bancada de laboratório e são obtidos através de vídeos no YouTube no canal Alemão MecFlu Resolve, o que representa simulações das experiências. www.youtube.com/c/AlemãoMecfluResolve</p>	4 horas
4	<p><i>Elaboração de relatórios técnicos das experiências:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Determinação dos comprimentos equivalentes de uma válvula globo e de uma válvula gaveta 6. Influência da perda de carga no ponto de trabalho de uma bomba hidráulica. 7. Visualização do fenômeno de cavitação através de um venturi. <p>Importante os dados para o desenvolvimento dos relatórios são obtidos em bancada de laboratório e são obtidos através de vídeos no YouTube no canal Alemão MecFlu Resolve, o que representa simulações das experiências. www.youtube.com/c/AlemãoMecfluResolve</p>	4 horas

AValiação DE APRENDIZAGEM

Ao longo do desenvolvimento da disciplina os alunos serão avaliados quanto aos seus aspectos cognitivos, procedimentais e atitudinais por meio da aplicação de provas teóricas, apresentações de relatórios técnicos e resoluções de listas de exercícios.

Critérios:

- As avaliações serão divididas da seguinte forma:

Avaliações Diversificadas:**1º Bimestre: Av. D1:**

Prova Teórica Diversificada 1 (0 – 10 x 0,6) – Peso 60%

Relatórios de simulação das experiências de bomba; freio dinamométrico; determinação dos comprimentos equivalentes da válvula globo e gaveta e obtenção da CCI pelo inversor de frequência (0 – 10 x 0,2) – Peso 20%

Prova complementar alicerçada nas listas 1 e 2 de exercícios entregues respectivamente na aula 3 e 6 (0 – 10 x 0,2) – Peso 20%

2º Bimestre: Av. D2:

Prova Teórica Diversificada 2 (0 – 10 x 0,3) – Peso 30%

Avaliação Multidisciplinar (0 – 10 x 0,3) – Peso 30%

Relatórios de simulação das experiências estimativa da vazão pelo diagrama de Rouse, influência da perda de carga no ponto de trabalho da bomba e visualização do fenômeno de cavitação através de um venturi (0 – 10 x 0,2) – Peso 20%

Prova complementar alicerçada nas listas 3 e 4 de exercícios entregues respectivamente na aula 9 e 12 (0 – 10 x 0,2) – Peso 20%

Avaliação Semestral:

Prova Teórica Semestre (0 – 10) – Peso 100%

Média Semestral (M.S.) = Média ponderada entre a Avaliação Diversificada (D1 e D2) e Av. Semestral

$$M. S. = \frac{MAD + Av. Semestral}{2}$$

Exame Final: o aluno deverá obter média igual ou superior a 5,0 pontos.

* No desenvolvimento da disciplina serão realizadas 7 provas teóricas sendo: 2 Diversificadas, 3 Complementares, 1 Multidisciplinar e 1 Avaliação Semestral. A Avaliação Semestral será o acumulado de todos os conteúdos ministrados ao longo do semestre.

* Todas as avaliações serão pontuadas de 0 a 10 pontos e ponderadas de acordo com seu peso para composição da nota final.

* Ao final da disciplina, o aluno estará aprovado se obtiver média final igual ou superior 7,00 pontos, e se tiver o mínimo de 75% de registro de frequência nas aulas. Caso a média final seja inferior a 7,00 pontos, o aluno realizará o Exame Final que irá abranger todo o conteúdo abordado ao longo da disciplina. No Exame Final, o aluno deverá obter média igual ou superior a 5,0 pontos.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

AZEVEDO NETTO, J.M et al.- *Manual de Hidráulica – 8ª edição – 3ª reimpressão – Editora Edgard Blücher Ltda., 2003*

BRUNETTI, Franco, *Mecânica dos fluidos – 2ª edição revisada - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008*

HOUGHTALEN, Robert J. - *4ª edição revisada - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012*

IGNACIO, Raimundo F – *Hidráulica básica – Disponível em:*

< http://www.escoladavida.eng.br/hidraulica_l/chamada_de_hidraulica_l.htm >

IGNACIO, Raimundo F – *Hidráulica Básica – Disponível no YouTube:*

<www.youtube.com/c/AlemãoMecfluResolve>

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BORTHWICK, Martin – *Hidráulica para Engenharia Civil e Ambiental – 1ª edição - São Paulo: Elsevier, 2016*

MARQUES COUTO, Luiz Mario – *Elementos de Hidráulica - 1ª edição – Brasilia: Editora UNB, 2012*

ÇENGEL Yunus A.; CIMBALA John M. - *Mecânica dos Fluidos - Fundamentos e Aplicações, tradução Katia Aparecida Roque e Mario Moro Fecchio; revisão técnica Fabio Saltara, Jorge Balião e Karl Peter Burr; consultoria técnica Helena Maria Ávila de Castro; 1a edição – São Paulo: McGraw-Hill, 2007*

MACINTYRE, Archibald Joseph - *Bombas e instalações de bombeamento; coordenador editorial Julio Niskier; 2a edição – Rio de Janeiro: LTC, 2008*

MACINTYRE, Archibald Joseph - *Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais; revisão e atualização José Carlos Cesar Amorim, Marco Aurélio Chaves Ferro, Sandro Filippo; 4a edição - Rio de Janeiro: LTC, 2010*

Cronograma de Aulas

Aula	T / P	Datas	Programação
01	T	05/02/18	Recordando os conceitos estudados em FT e que são alicerces para o estudo de hidráulica I: pressão, escalas de pressão, carga de pressão, equação manométrica, escoamento incompressível, escoamento em regime permanente, conceito de vazão, conceito de máquinas hidráulicas e sua classificação básica, equação da energia para um escoamento incompressível, em regime permanente e em presença de máquina hidráulica, conceito de potências e rendimento - exercícios
02	T	12/02/18	feriado
03	T	19/02/18	Conceito de instalação de recalque. Apresentação da norma ANSI B3610. Cálculos experimentais da perda de carga na tubulação de sucção e de recalque. Exercícios
04	P	26/02/18	Conceito de perda de carga distribuída e singular. Fórmula universal, ou fórmula de Darcy Weisbach para cálculo da perda distribuída. Fórmula para cálculo da perda singular. Exercícios (entrega da primeira lista de exercícios)
05	T	05/03/18	Determinação do coeficiente de perda de carga distribuída: diagrama de Moody, diagrama de Rouse e fórmulas resolvidas pelo Excel. Conceito de comprimento equivalente – Simulação da experiência de Bombas – Freio dinamométrico - PRIMEIRA PROVA COMPLEMENTAR.
06	P	12/03/18	Equação da CCI. Escolha preliminar da bomba hidráulica. Especificação do ponto de trabalho da bomba. Conceito de cavitação. Verificação do fenômeno de cavitação e condições para que o mesmo não ocorra. Simulação da experiência estimativa da vazão pelo diagrama de Rouse, obtenção da CCI pelo inversor de frequência – determinação do comprimento equivalente da válvula globo e da válvula gaveta. Exercícios
07	P	19/03/18	Avaliação das simulações das experiências – Cálculo do consumo de operação. Exercícios. Simulação da experiência – influência da perda de carga no ponto de trabalho da bomba e visualização do fenômeno de cavitação pelo venturi. Entrega da segunda lista de exercícios

08	T	26/03/18	Avaliação das simulações das experiências. SEGUNDA PROVA COMPLEMENTAR
09	Prova	09/04/18	Prova D1
10	P	16/04/18	Etapas básicas de um projeto de bombeamento – Exercícios – Entrega da terceira lista de exercícios
11	T	23/04/18	Associação série de bombas hidráulica - Exercícios
12		30/04/18	Emenda a ser repostada
13	T	07/05/18	Associação paralelo de bombas hidráulicas – Exercícios – Entrega da quarta lista de exercícios
14	P	14/05/18	Exercícios envolvendo a fórmula de Hazen Williams - Vantagens de utilizar o inversor de frequência para controlar a vazão de escoamento - Exercícios - TERCEIRA PROVA COMPLEMENTAR.
15	P	21/05/18	Introdução aos estudos de condutos livres: conceito de canais e sua classificação básica; diagramas de velocidade em canais; tipos de escoamentos em um canal; parâmetros geométricos e hidráulicos em um canal: seção ou área molhada, perímetro molhado, largura superficial, profundidade, raio hidráulico, diâmetro hidráulico, profundidade hidráulica; carga total em uma seção do canal; escoamento laminar e turbulento em canais; escoamento subcrítico (fluvial), crítico e supercrítico (torrencial) em um canal; fórmula de Chézy na determinação da velocidade média em um canal; exercício; fórmula de Chézy com coeficiente de Manning; exercícios.
16	P	28/05/18	Prova D2
17	T	04/06/18	Exercícios
18	Prova	11/06/18	AVALIAÇÃO SEMESTRAL
19	Prova	18/06/18	Revisão de conteúdo.
20	Prova	25/06/18	EXAME FINAL

ATIVIDADES ACADÊMICAS E COMPLEMENTARES

- Componente do Comitê de Educação da SAE Brasil.

Cotia, 02 de fevereiro de 2018.

Assinatura do Professor: _____

Prof. Raimundo Ferreira Ignácio

Assinatura do Coordenador: _____

Prof.