



CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE MECÂNICA

LEB0332 – Mecânica e Máquinas Motoras

Prof. Leandro M. Gimenez



2019

1

Material para Estudo

- Texto
 - MIALHE, L.G. Máquinas motoras na agricultura. EDUSP, São Paulo, 1980. Capítulo 1, v.1.
- Slides
 - E-disciplinas

2

Definições

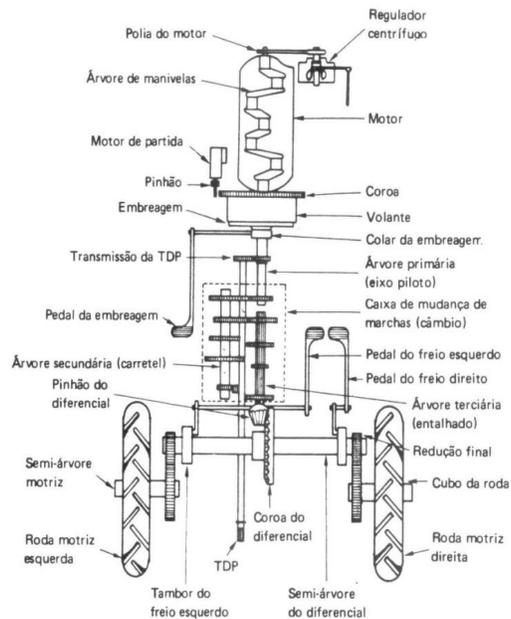
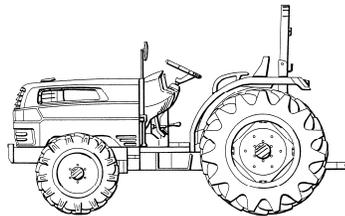
MÁQUINA – conjunto de órgãos constrangidos em seus movimentos por obstáculos fixos e de resistência suficiente para transmitir o efeito de forças e transformar energia

MAQUINA AGRÍCOLA – máquina projetada especificamente para realizar integralmente ou de modo auxiliar operações agrícolas



3

Trator



4

Análise funcional das máquinas

- Máquina → coleção ou sistema composto por diversos subsistemas
- As máquinas agrícolas podem ser subdivididas em dois subsistemas
 - Sistema de apoio
 - Subssistemas: suporte, fonte de potência, transmissão
 - *Auxiliam o sistema de processamento*
 - Sistema de processamento
 - *Efetivamente realizam as funções para as quais a máquina se faz necessária*

5

Exemplo: Enfardadora



6

Departamento de Engenharia de Biosistemas – ESALQ/USP




Enfardadora de Feno

Recolhimento

Carregamento
Dosagem

Corte

Compactação

Amarração

Deposição



Fora da máquina



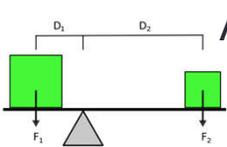
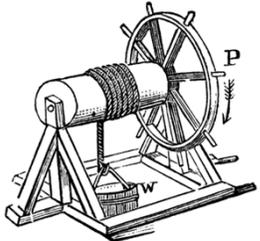
No interior da máquina

7

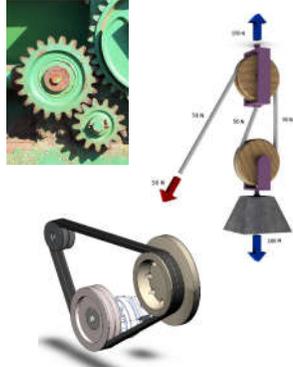
Departamento de Engenharia de Biosistemas – ESALQ/USP

Mecânica

Alavanca

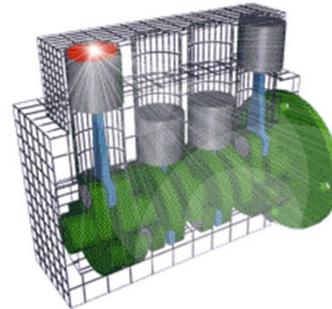
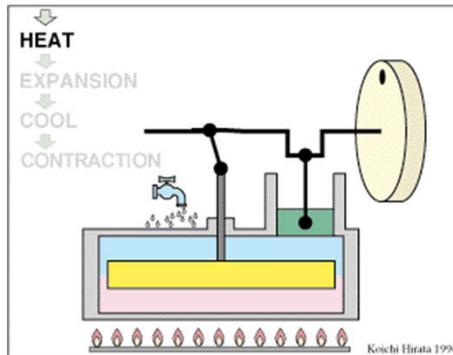
Roda com eixo



Polia e Engrenagens

8

Motor: uma máquina muito especial...



9

Mecânica

Parte da física que estuda o comportamento de sistemas submetidos à ação de uma ou mais forças

Estática: estuda a causa dos movimentos

Cinemática: descreve o movimento dos corpos sem se preocupar em investigar quem os provoca

Dinâmica: estuda o movimento dos corpos relacionando-os com as forças que atuam sobre eles

10

Leis de Newton

- Princípio da inércia
 - Todo corpo tende a permanecer em seu estado de repouso ou de movimento
 - Na ausência de forças externas um objeto em repouso permanece em repouso e um objeto em movimento permanece em movimento

11

Leis de Newton

- Princípio fundamental da dinâmica
 - A força resultante que age em um ponto material é igual ao produto da massa desse corpo pela sua aceleração

12

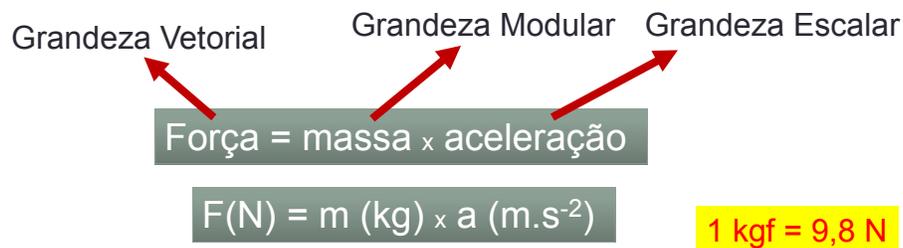
Leis de Newton

- Princípio da ação e reação
 - Quando um corpo A exerce uma força F_{AB} no corpo B, este exerce imediatamente uma força F_{BA} em A de mesmo módulo, mesma direção e sentido contrário.

13

Força

- A ação que um corpo exerce sobre outro, tendendo a mudar ou modificando seus movimentos;
- Agente físico capaz de alterar o estado de repouso ou de movimento uniforme de um corpo material;
- Quando um corpo se movimenta, para ou se deforma a causa é uma força;



14

Trabalho

- Movimento produzido pela atuação de uma força sobre um corpo;
- O deslocamento do ponto de aplicação de uma força;

Trabalho = força x deslocamento

$$W(J) = F(N) \times d(m)$$

15

Torque

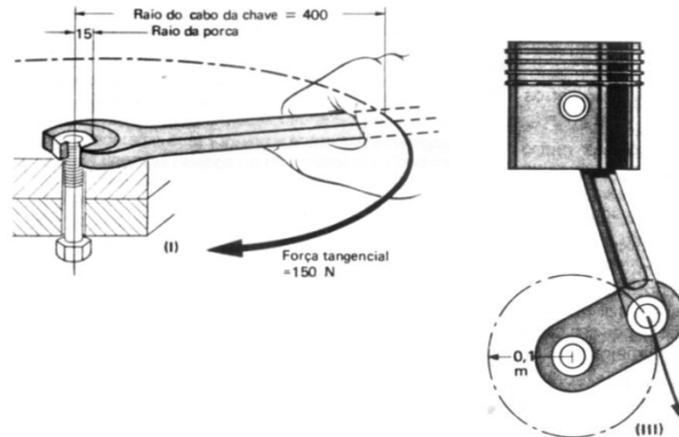
- Componente perpendicular ao eixo de rotação da força aplicada sobre um objeto que é efetivamente utilizada para fazê-lo girar em torno de um eixo ou ponto central
- É um momento de força que tende a produzir ou que produz rotação. É o produto de uma força por um raio

Torque (Nm) = força(N) x comprimento do braço (m)

$$T(Nm) = f(N) \times r (m)$$

16

Torque



17

Potência

- Quantidade de trabalho realizada no tempo.

$$\text{Potência (W)} = \frac{\text{Trabalho (J)}}{\text{Tempo(s)}}$$

$$P \text{ (W)} = \frac{W \text{ (J)}}{t \text{ (s)}}$$

18

Potência

$$\text{Potência (W)} = \frac{\text{Trabalho (J)}}{\text{Tempo(s)}}$$

$$\text{Potência (W)} = \frac{\text{Força (N)} \times \text{Deslocamento (m)}}{\text{Tempo(s)}}$$

$$\text{Potência (W)} = \text{Força (N)} \times \text{Velocidade (m.s}^{-1}\text{)}$$

19

Potência no movimento circular

$$\text{Potência (W)} = \frac{\text{Força (N)} \times \text{Deslocamento (m)}}{\text{Tempo(s)}}$$

$$\text{Potência (W)} = \text{Força (N)} \times \text{Velocidade (m.s}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Potência (W)} = \frac{F(\text{N}) \times 2 \times \pi \times r(\text{m}) \times n(\text{rpm})}{60}$$

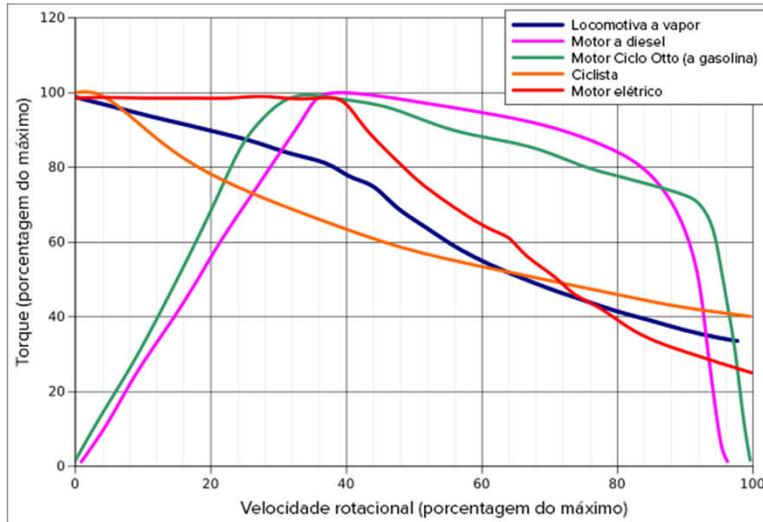
$$\text{Potência (W)} = \frac{T(\text{Nm}) \times 2 \times \pi \times n(\text{rpm})}{60}$$

$$1 \text{ cv} = 735,5 \text{ W} = 0,7355 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ cv}$$

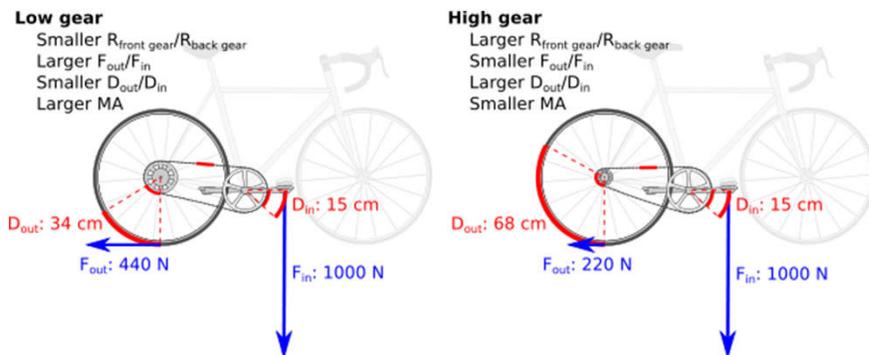
20

Velocidade x Torque



21

Velocidade x Torque : Transmissões

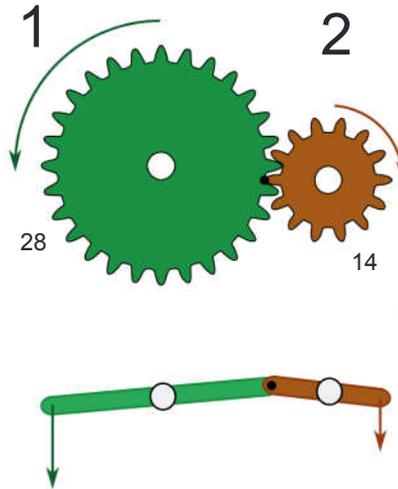


22

Velocidade x Torque : Transmissões

$$\frac{N1}{N2} = \frac{Z2}{Z1} = \frac{T2}{T1}$$

N = rotação
Z = Número de dentes
T = Torque



23

Velocidade x Torque : Transmissões

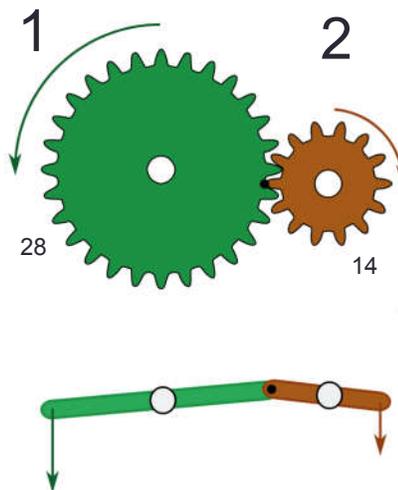
$$\frac{N1}{N2} = \frac{Z2}{Z1}$$

$$\frac{N1}{N2} = \frac{14}{28}$$

$$\frac{N1}{N2} = 0,5$$

$$\frac{1}{N2} = 0,5 \quad N2 = 2$$

N = rotação
Z = Número de dentes
T = Torque



24

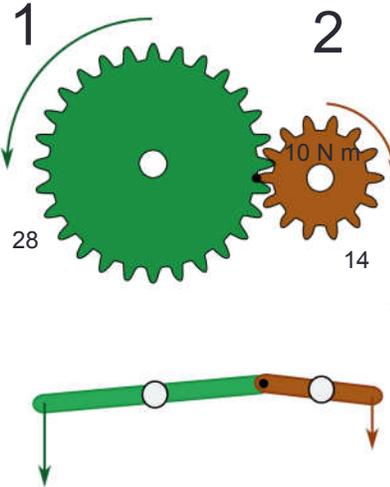
Velocidade x Torque : Transmissões

$$\frac{Z2}{Z1} = \frac{T2}{T1}$$

$$\frac{14}{28} = \frac{10 \text{ Nm}}{T1}$$

$$0,5 = \frac{10 \text{ Nm}}{T1}$$

$$T1 = 20 \text{ Nm}$$



N = rotação
Z = Número de dentes
T = Torque

25

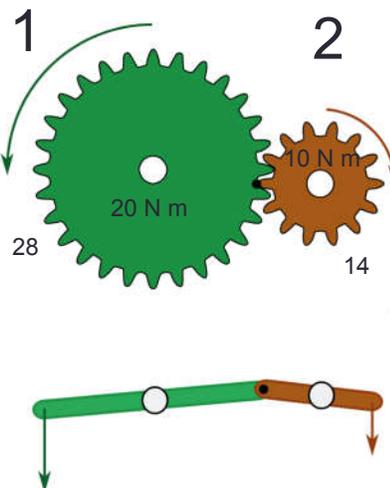
Velocidade x Torque : Transmissões

$$\frac{N1}{N2} = \frac{T2}{T1}$$

$$\frac{N1}{1} = \frac{10 \text{ Nm}}{20 \text{ Nm}}$$

$$\frac{N1}{1} = 0,5$$

$$N1 = 0,5$$



N = rotação
Z = Número de dentes
T = Torque

26

Eficiência

- A potência disponibilizada é sempre menor que a fornecida e a razão entre as duas (saída e entrada) é denominada de eficiência;

$$E_f = \frac{P_{saída}}{P_{entrada}}$$

27

Exercícios

1) Uma árvore transmite a potência de 50 CV com uma rotação de 720 rpm.

- a) Determinar o torque exercido na árvore. (R: 487,7 Nm)

28

Exercícios

2) Um moinho é acionado por um motor elétrico de 1,47 kW girando a 1800 rpm por meio de correia e polias. A polia do motor tem 180 mm de diâmetro e a do moinho 230 mm de diâmetro.

- a) Qual a rotação na árvore do moinho? (R: 1409 rpm)
- b) Qual o torque, a plena potência, na árvore do quebrador de milho considerando 99% de rendimento na transmissão? (R: 9,86 Nm)

29

Exercícios

3) Uma roda denteada com 24 dentes acoplada à árvore de um motor que gira 1800 rpm transmite potência a uma bomba. A roda denteada da bomba possui 192 dentes.

- a) Qual a relação de transmissão? (R: 0,125)
- b) Qual a rotação da árvore da bomba? (R: 225 rpm)

30

Exercícios

- 4) Um motor elétrico que gira a 1750 rpm aciona uma correia transportadora. A transmissão entre a árvore do motor e a polia acionadora da correia transportadora é efetuada por meio de rodas denteadas e corrente. A roda denteada do motor tem 18 dentes e a da polia 117 dentes.
- Qual a velocidade linear da correia transportadora em m/s se a polia tem 300 mm de diâmetro? (R: 4,2 m s⁻¹)
 - Qual a relação de transmissão? (R: 0,154)

31

Exercícios

- 5) Um trator desenvolve uma potência de 100 CV a uma rotação de 1800 rpm e move-se com velocidade constante de 7,2 km/h.
- Determine a força de tração do trator. (R: 36775 N)

32

Exercícios

6) Qual a potência que cada um dos equipamentos demanda?

- a) Destruição de soqueira - enxada rotativa que trabalha a 540 rpm e um torque de 5 kgf m; (R: 2770 W)
- b) Aração – com um arado que necessita de uma força de tração de 2000 kgf, para trabalhar a uma velocidade de 5 km/h; (R: 27244 W)
- c) Gradagem – com uma grande niveladora que necessita de uma força de tração de 5000 kgf, para trabalhar a uma velocidade de 7 km/h; (R: 98000 W)
- d) Cultivo – com um cultivador que necessita de uma força de tração de 1000 kgf para trabalhar a uma velocidade de 9 km/h. (R: 24500 W)

33

Exercícios

7) Uma grade pesada demanda 37000 N para ser tracionada a 5 km/h em operação numa determinada condição de solo.

- a) Considerando-se que o trator, nessa condição, aproveita apenas 65% da força que gera, qual a potência necessária no motor deste trator?

(R: 79123 W)

34

Exercícios

8) Um vendedor de implementos agrícolas lhe ofereceu uma grade que exige 35000 N para ser tracionada. Antes de comprá-la você decidiu fazer um teste de campo num percurso de 400 m, gastando um tempo de 370 s, com um trator de pneus de potência igual a 65,0 cv.

- a) Você compraria a grade? (R: 51,4 cv é a potência necessária para tracionar a grade e o trator disponível tem 65 cv. Sim, procederia à compra.)

35

Unidades

- Sistema Internacional de Unidades

Sete unidades fundamentais

- Comprimento
- Massa
- Tempo
- Temperatura
- Corrente
- Intensidade luminosa
- Quantidade de matéria

36

Grandezas e unidades de base - SI

Grandeza de base		Unidade de base do SI	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
comprimento	$l, x, r, \text{etc.}$	metro	m
massa	m	kilograma	kg
tempo, duração	t	segundo	s
corrente elétrica	I, i	ampere	A
temperatura termodinâmica	T	kelvin	K
quantidade de substância	n	mol	mol
intensidade luminosa	I_v	candela	cd

Fonte: [INMETRO](#)

37

Grandezas e unidades derivadas- SI

Grandeza derivada		Unidade derivada coerente do SI	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
área	A	metro quadrado	m^2
volume	V	metro cúbico	m^3
velocidade	v	metro por segundo	m/s
aceleração	a	metro por segundo quadrado	m/s^2
número de ondas	σ, ν	metro elevado à potência menos um	m^{-1}
densidade, massa específica	ρ	kilograma por metro cúbico	kg/m^3
densidade superficial	ρ_A	kilograma por metro quadrado	kg/m^2
volume específico	v^A	metro cúbico por quilograma	m^3/kg
densidade de corrente	j	ampere por metro quadrado	A/m^2
campo magnético	H	ampere por metro	A/m
concentração de quantidade de substância ^(a)	c	mol por metro cúbico	mol/m^3
concentração mássica	ρ, γ	kilograma por metro cúbico	kg/m^3
luminância	L_v	candela por metro quadrado	cd/m^2
índice de refração ^(b)	n	um	1
permeabilidade relativa ^(b)	μ_r	um	1

Fonte: [INMETRO](#)

38

Grandezas e unidades derivadas- SI

Grandeza derivada	Unidade SI derivada coerente ^(a)			
	Nome	Símbolo	Expressão utilizando outras unidades do SI	Expressão em unidades de base do SI
ângulo plano	radiano ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
ângulo sólido	esferoradiano ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
frequência	hertz ^(d)	Hz		s ⁻¹
força	newton	N		m kg s ⁻²
pressão, tensão	pascal	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
energia, trabalho, quantidade de calor	joule	J	N m	m ² kg s ⁻²
potência, fluxo radiante	watt	W	J/s	m ² kg s ⁻³

Fonte: [INMETRO](#)

39

Prefixos - SI

Fator	Nome do Prefixo	Símbolo	Fator	Nome do Prefixo	Símbolo
10 ¹	deca	da	10 ⁻¹	deci	d
10 ²	hecto	h	10 ⁻²	centi	c
10 ³	kilo	k	10 ⁻³	mili	m
10 ⁶	mega	M	10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁹	giga	G	10 ⁻⁹	nano	n
10 ¹²	tera	T	10 ⁻¹²	pico	p
10 ¹⁵	peta	P	10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ¹⁸	exa	E	10 ⁻¹⁸	atto	a
10 ²¹	zetta	Z	10 ⁻²¹	zepto	z
10 ²⁴	yotta	Y	10 ⁻²⁴	yocto	y

Fonte: [INMETRO](#)

40



FIM

Leandro M. Gimenez
Imgimenez@usp.br