

MECÂNICA DOS SÓLIDOS - CCE1596

Título

Atividade Estruturada 3: Elevador de passageiros em edifícios muito altos

Objetivo

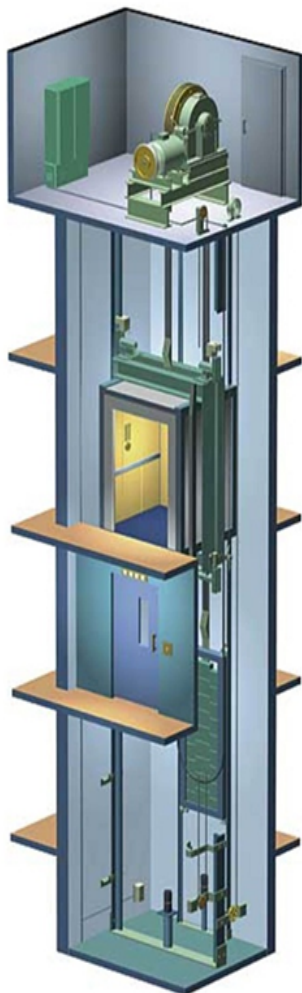
Expor o aluno ou grupo de alunos a um problema real que envolve o contexto da disciplina.

Competências / Habilidades

utilizar recursos científicos na solução de problema de engenharia

Desenvolvimento

PROBLEMA: elevador de passageiros em edifícios muito altos



Os elevadores de passageiros utilizam basicamente dois tipos de acionamento, hidráulico, indicado para edificações de até 5 pavimentos ou convencionais para edificações acima de 5 pavimentos.

O acionamento hidráulico é o mais seguro e mais utilizado para elevadores que atendam poucos pavimentos. Aciona o motor apenas para subir, já a descida é realizada pela gravidade o que economiza energia elétrica. Vem com sistema de resgate integrado que no caso de falta de energia, retorna a cabina ao pavimento inferior e abre as portas, liberando os passageiros. Exige um pequeno local que pode ficar localizado até 10 metros de distância do elevador para a casa de máquinas. Normalmente o maquinário é instalado embaixo de alguma escada.

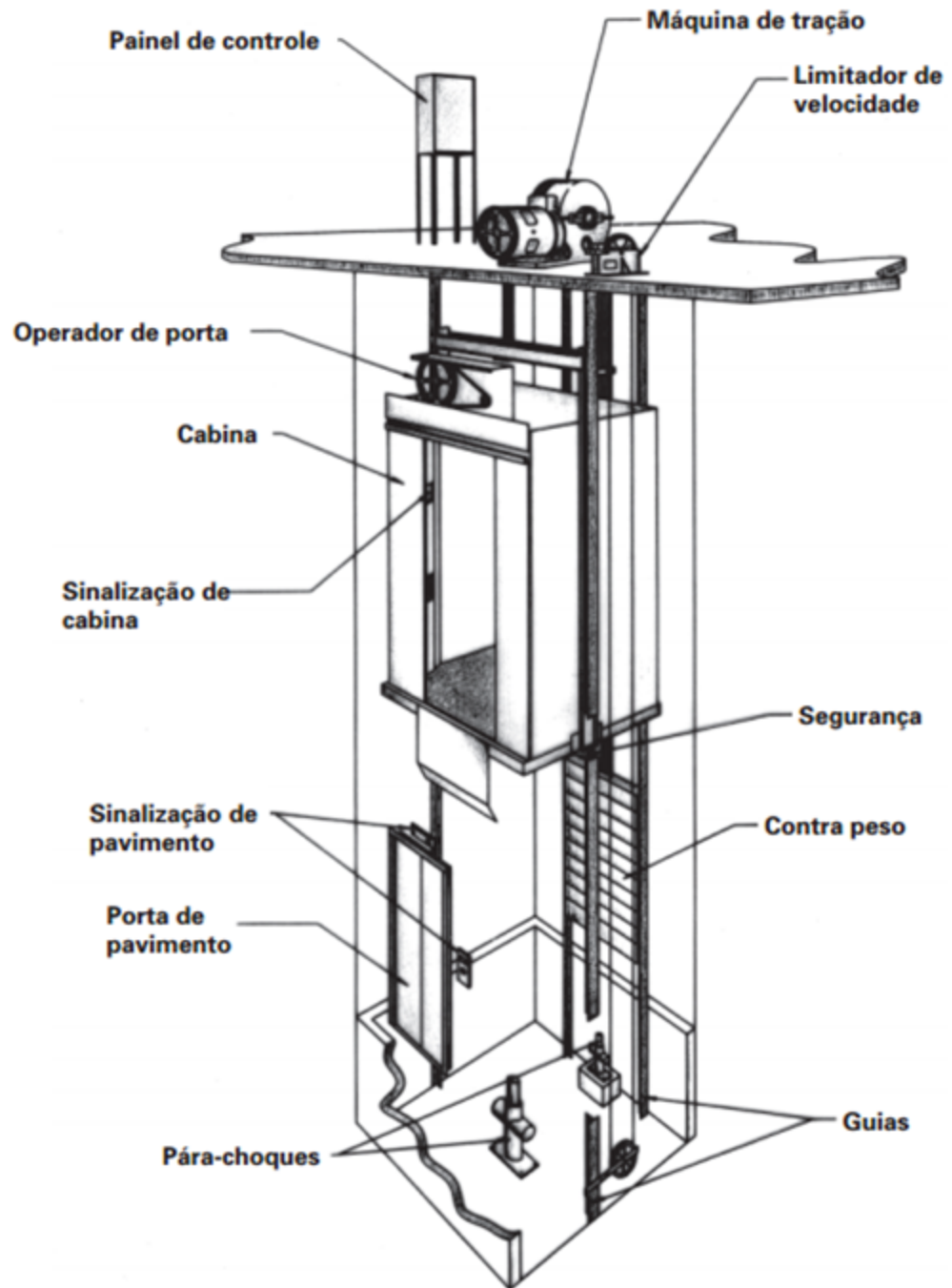
Já os convencionais funcionam por tração com máquina superior auxiliada por contrapeso e pode alcançar velocidades mais altas. São equipamentos mais indicados para edificações de maior porte e com maior número de pavimentos.

Com uma grande variedade de elevadores de passageiros disponíveis no mercado, eles suportam cargas mínimas de 225 kg (para 3 passageiros) e até 33 passageiros ou mais de 2000 kg. Os mais usuais no Brasil são os residenciais para até 8 passageiros e os comerciais que vão de 8 a 14 pessoas com velocidades que variam de 0,5 m/s até 5,0 m/s, porém as velocidades mais comuns vão de 0,50m/s a 1,50m/s. Os elevadores mais potentes do planeta estão em Dubai e na China.

Os elevadores de passageiros utilizam basicamente dois tipos de acionamento, hidráulico, indicado para edificações de até 5 pavimentos ou convencionais para edificações acima de 5 pavimentos.

Neste estudo de caso utilizaremos o elevador elétrico com o uso de cabos de aço. O esquema básico de funcionamento do elevador pode ser visto na figura abaixo.

Posicionamento dos componentes do elevador para projetos de edifícios com casa de máquinas



A cabina é montada sobre uma plataforma, em uma armação de aço constituída por duas longarinas fixada em cabeçotes (superior e inferior). O conjunto formado pela cabina, armação e plataforma é denominado de carro.

O contrapeso consiste em uma armação metálica formada por duas longarinas e dois cabeçotes, onde são fixados pesos (intermediários), de tal forma que o conjunto tenha peso total igual ao do carro acrescido de 4

a 50% da capacidade licenciada.

O carro e o contrapeso deslizam pelas guias (trilhos de aço do tipo T), através de corrediças. As guias são fixadas em suportes de aço, chumbados em vigas de concreto ou de aço, na caixa do elevador.

O carro e o contrapeso são suspensos por cabos de aço ou novos elementos de tração que passam por polias de tração e de desvio, instaladas na casa de máquinas ou na parte superior da caixa.

O movimento de subida e descida do carro e do contrapeso é proporcionado pela máquina de tração, que imprime à polia a rotação necessária para garantir a velocidade especificada para o elevador. A aceleração e retardamento ocorrem em função da variação de corrente elétrica no motor. A parada é possibilitada pela ação de um freio instalado na máquina.

Além desse freio normal, o elevador é dotado de um freio de segurança para situações de emergência.

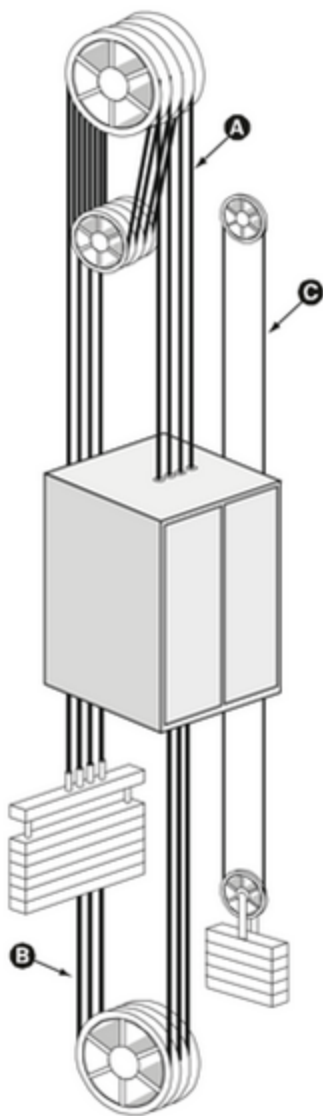
O freio de segurança é um dispositivo fixado na armação do carro ou do contrapeso, destinado a pará-los, de maneira progressiva ou instantânea, prendendo-os às guias quando acionado pelo limitador de velocidade. Sua atuação é mecânica.

O limitador de velocidade, por sua vez, é um dispositivo montado no piso da Casa de Máquinas ou no interior da caixa, constituído basicamente de polia, cabo de aço e interruptor. Quando a velocidade do carro ultrapassa um limite preestabelecido, o limitador aciona mecanicamente o freio de segurança e desliga o motor do elevador.

Agora que você já conhece um pouco sobre os elevadores, assista ao vídeo ?Como funciona um elevador??

Link: https://www.youtube.com/watch?v=ZAHl_r99jmw

Esquema utilizado no sistema de cabos



A) Cabo de tração

8X19 Seale, alma de fibra (AF), torção regular, polido, pré-formado, lubrificação controlada e resistência dos arames especiais para elevadores.

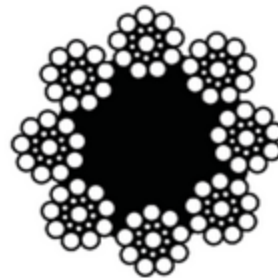
B) Cabos de compensação

8X19 Seale, alma de fibra (AF), torção regular, polido, pré-formado, resistência dos arames especiais para elevadores.

C) Cabo limitador de velocidade

6X19 Seale, alma de fibra (AF), torção regular, polido, pré-formado, resistência dos arames especiais para elevadores. 8X19 Seale, alma de fibra (AF), torção regular, galvanizado, pré-formado, resistência dos arames especial para elevadores.

Cabos de aço de 8 pernas com 19 arames em cada perna são utilizados em elevadores de passageiros.



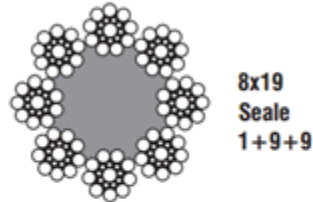
8x19+AF

Vamos adotar o cabo de aço classe 8 x 19 com alma de fibra com diâmetro de 16 mm.

Nas tabelas abaixo você poderá obter informações importantes para o problema: massa, Carga de Ruptura

Mínima* e fator F para estimativa de área metálica da seção do cabo.

**Cabo de aço classe 8x19 - Alma de fibra
Especial para Elevadores de Passageiros - Tração**



Diâmetro		Massa Aprox. (kg/m)	Carga de Ruptura Mínima (tf)
mm	pol.		TS
8,0	5/16"	0,223	2,86
9,5	3/8"	0,315	4,10
11,0	-	0,445	5,42
13,0	1/2"	0,560	7,60
16,0	5/8"	0,880	11,55

O cálculo da área metálica de um cabo de aço ou cordoalha pode ser feito através da fórmula abaixo. Embora esse cálculo não seja exato, seu resultado é bastante aproximado.

Onde,

$$A = F \times d^2$$

A = área metálica em mm²;

F = fator de multiplicação dado na tabela a seguir;

d = diâmetro nominal do cabo de aço ou cordoalha em milímetro.

Construção do cabo de aço ou cordoalha	Fator "F"
8X19 Seale, 8x25 Filler	0,359
MinePac	0,374
6x7	0,395
6x19 M	0,396

***Carga de Ruptura Mínima:** se realizarmos vários ensaios de ruptura com amostras de um cabo, cada um dará um resultado levemente diferente. A carga de ruptura mínima é um valor com alta confiabilidade podendo ser utilizado como valor de referência em projeto.

Agora teremos que compreender os conceitos de Tensão Admissível e Fator de Segurança. Para isso recomenda-se a leitura das páginas 61 a 64 do livro "Mecânica dos Materiais", de Timothy A. Philpot, que pode ser acessado na Biblioteca Virtual denominada Minha Biblioteca, através do SAVA.

Como você viu, temos a relação:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{falha}}{FS} \quad \text{ou} \quad FS = \frac{\sigma_{falha}}{\sigma_{adm}}$$

Vamos considerar a tensão de falha como sendo aquela que nos leva ao escoamento e o Fator de Segurança de 12. Embora FS=12 possa soar exagerado, aqui estão embutidas as incertezas do processo e a amplificação das ações por se tratar de carga em movimento que podem, entre outros efeitos, provocar impactos no cabo.

A tensão associada à falha poderá ser calculada através da Carga de Ruptura Mínima, obtida na tabela. A nota transcrita abaixo permite que a carga que leva o cabo ao escoamento seja estimada.

Nota:

A deformação elástica é proporcional à carga aplicada desde que a mesma não ultrapasse o valor do limite elástico do cabo. Esse limite para cabos de aço usuais é de aproximadamente 55% a 60% da carga de ruptura mínima do mesmo.

1ª Questão: Calcule o comprimento máximo (em metros) que o cabo pode suportar, considerando apenas seu próprio peso.

2ª Questão: Para a situação da 1ª questão (ação do peso próprio ao longo do comprimento calculado), calcule o alongamento total do cabo em milímetros.

O módulo de elasticidade pode ser tomado como 7500 kgf/mm²

3ª Questão

Visite o link <https://catracalivre.com.br/viagem-livre/conheca-os-10-predios-mais-altos-do-mundo/> e conheça os edifícios mais altos do mundo.

Este ainda não ficou pronto: <https://exame.abril.com.br/mundo/conheca-o-kingdom-tower-o-novo-predio-mais-alto-do-mundo/>

Por que o elevador passou a ser um problema?

Utilize seus cálculos e comente o seguinte artigo:

<https://www.engenhariacivil.com/elevadores-mega-arranha-ceus>

4ª Questão

As saídas: novo sistema de elevação sem cabos ou cabo com novo material. No nosso contexto a busca por outro material é o que interessa..

Que características o novo material deve possuir para elevar a capacidade do elevador em termos de altura de elevação?

Veja essas reportagens e conheça a UltraRope

<http://www.tecnologiademateriais.com.br/portal/noticias/composites/2015/marco/elevador.html>

<http://www.geotesc.com.br/site/kone-ultrarope-a-cinta-mais-forte-que-cabos-de-aco/>

Considere que a UltraRope possua as mesmas características do aço com peso específico 7 vezes menor.

Faça uma análise considerando a elevação de um conjunto de 3 toneladas

Links de interesse:

<http://www.sinduscon-mg.org.br/site/arquivos/up/geral/f0352a8b6939460f50c8e955aca594d6.pdf>

<https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/aricabos/catalogocimaf2014completo.pdf>

Carga Horária: 8 horas

Produto / Resultado

Relatório contendo o desenvolvimento da solução