

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST - UNIFACVEST**

**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**MACSUEL DA SILVA LIMA**

**INSTALAÇÃO DE ELEVADORES EM OBRAS  
NOVAS; ANÁLISE DOS DISPOSITIVOS  
ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS**

**LAGES (SC)  
2019**

**MACSUEL DA SILVA LIMA**

**INSTALAÇÃO DE ELEVADORES EM OBRAS  
NOVAS: ANÁLISE DOS DISPOSITIVOS  
ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Elétrica do Centro Universitário FACVEST – UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientação: Prof<sup>o</sup>.:Dra. Francieli Lima de Sá.

**LAGES (SC)  
2019**

Monografia apresentada no Centro Universitário Facvest – UNIFACVEST, como requisito necessário para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Marcelo da Silva Lima  
NOME DO ALUNO

Instalações de Elevadores em Obras  
Novas: Análise das Dispositivos Elétricos  
e Eletrônicos  
TÍTULO DO TRABALHO

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Prof. Francieli Lima de Sá  
Titulação e nome do Orientador (a)

Msc Prof. Silvio Moraes de Oliveira  
Titulação e nome do Co-orientador (a).

Msc Prof. JOÃO FRANCISCO FERREIRA GIL  
Titulação e nome do Avaliador (a).

Dra. Prof. Francieli Lima de Sá  
Coordenador (a) Prof. (a). Titulação e nome da Coordenador (a).

Lages, 13 de dezembro de 2019.

**MACSUEL DA SILVA LIMA**

**INSTALAÇÃO DE ELEVADORES EM OBRAS  
NOVAS: ANÁLISE DOS DISPOSITIVOS  
ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Elétrica do Centro Universitário FACVEST – UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientação: Prof<sup>o</sup>.:Dra. Francieli Lima de Sá.

**LAGES (SC)  
2019**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar aos meus pais, Manoel e Jocileide, não poderia esquecer minha grande amiga Zenilda, exemplos de vida e virtude, que me ensinaram a lutar e jamais desistir de qualquer sonho, sempre tendo como maior investimento de suas vidas a minha educação, pessoas as quais tenho como fontes de caráter e determinação de vida. À minha irmã Maxciele e ao Carlos Henrique, pelo apoio emocional, ajuda e suporte técnico. Aos meus orientadores, Professora Dra. Francieli Lima de Sá e Silvio Moraes de Oliveira pelo apoio, comprometimento e incentivo durante a elaboração do trabalho. Bem como pela parceria na construção de um sonho. Aos meus amigos, Israel, Rayon, Leandro, Cleidson, Douglas, todos sem exceção contribuíram para meu crescimento e que sempre lutaram ao meu lado, pela dedicação e confiança, bem como por diversas vezes terem sido o ponto de apoio nas horas mais extremas. E por vocês fazerem parte da minha vida. Aos meus amigos de trabalho, Luiz Cláudio, Mateus, Jairo e ao Gustavo que me incentivaram cada amanhã, melhor que o ontem, dedicando-se sempre ao máximo de seus limites. Agradeço enfim a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

“Deixem que o futuro diga a verdade e avalie cada um de acordo com o seu trabalho e realizações. O presente pertence a eles, mas o futuro pelo qual eu sempre trabalhei pertence a mim.”

**Nikola Tesla**

## **Resumo**

Este trabalho teve como objetivo apresentar como é planejado a instalação de um elevador em obras novas, que consiste em várias etapas, entre elas, venda, pré-instalação, ajuste e auditoria final de qualidade. Sendo assim, foram apresentados dados técnicos dos dispositivos, assim como visualização do processo de instalação e o funcionamento detalhado de cada dispositivo que compõe o equipamento montado. Diante disso, enumera-se a economia e a segurança do equipamento como grandes vantagens, todo sistema de segurança deve ter uma lógica sofisticada e redundante.

**Palavras-chave:** Dispositivos. Instalação de elevadores. Máquinas elétricas.

## **ABSTRACT**

This work aimed to present how the installation of an elevator in new works is planned, which consists of several stages, including sale, pre-installation, adjustment and final quality audit. Thus, technical data of the devices were presented, as well as visualization of the installation process and the detailed operation of each device that makes up the assembled equipment. Given this, the economy and safety of equipment are listed as major advantages, every security system must have a sophisticated and redundant logic.

Keywords: Devices. Elevator installation. Electric machines.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Poço seco .....	17
Figura 2 - Caixa de corrida .....	18
Figura 3 - posição da cabina e contrapeso .....	22
Figura 4 - Modelos de armação de cabos .....	23
Figura 5 - corrente elétrica percorrendo um circuito .....	25
Figura 6 - corrente elétrica na seção condutora .....	25
Figura 7 - carga .....	26
Figura 8 - medida de tensão elétrica em um circuito .....	26
Figura 9 - regra da mão direita .....	27
Figura 10 - Posição da máquina de tração .....	29
Figura 11 - Representação do Modelo synergy .....	30
Figura 12 - Máquina TW45 com engrenagem .....	31
Figura 13 - Máquina TW63 com engrenagem .....	32
Figura 14 - Coeficiente de segurança para guias .....	33
Figura 15 - Esquema do regulador de velocidade .....	36
Figura 16 - Chave fim de curso contato duplo .....	37
Figura 17 - Pinagem da placa MCP .....	39
Figura 18 - esquema da placa MFCH .....	40
Figura 19 - Saídas e entradas do modulo central .....	41
Figura 20 - Saídas e entradas do modulo central .....	41
Figura 21 - Placa MACB .....	42
Figura 22 - Menu do pesador .....	45
Figura 23 – Sensor caneta .....	51
Figura 24 – Esquema sensor caneta .....	51
Figura 25 – Placa de comunicação serial CAN .....	52
Figura 26 – Encoder .....	53
Figura 27 – Data sheet do encoder .....	53
Figura 28 – Barreira eletrônica de segurança .....	54
Figura 29 - Tabela de parâmetros .....	56
Figura 30 - Manual mcinv .....	57
Figura 31 - Manual de nomenclaturas .....	58

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Coeficiente de atrito x velocidade nominal cabo.....	48
Gráfico 2 - Taxa de transferência de dados .....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados do equipamento .....	43
Tabela 2 - Lotação da cabina .....	44
Tabela 3 - Dispositivos de segurança .....	49
Tabela 4 – Sensor caneta .....	51
Tabela 5 – Especificações da barreira eletrônica .....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

<b>B</b>	<b>Campo magnético</b>
<b>F</b>	<b>Força magnética</b>
<b>i</b>	<b>Corrente</b>
<b>M</b>	<b>Deslize</b>
<b>M1</b>	<b>Coefficiente de Atrito</b>
<b>NA</b>	<b>Normalmente Aberto</b>
<b>NF</b>	<b>Normalmente Fechado</b>
<b>P</b>	<b>Peso</b>
<b>P1</b>	<b>Segurança da casa de máquinas</b>
<b>P3</b>	<b>Segurança do poço</b>
<b> q </b>	<b>Módulo</b>
<b>R</b>	<b>Raio</b>
<b>T2</b>	<b>Segurança da cabine</b>
<b>V</b>	<b>Tensão</b>
<b>v</b>	<b>Velocidade da carga elétrica</b>

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA .....	14
1.3 OBJETIVOS .....	15
1.3.1 OBJETIVO GERAL .....	15
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4 METODOLOGIA.....	15
2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO .....	16
2.1- CONCEITO DE ELEVADOR .....	16
2.2 ESTRUTURA CIVIL (PRÉ-INSTALAÇÃO).....	16
2.3 POÇO .....	17
2.4 CAIXA DE CORRIDA .....	17
2.5- CASA DE MÁQUINAS .....	19
2.6 PLACA DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	20
2.7 DATA E LOCAIS .....	20
2.8- GERAIS.....	20
2.9- LPC (LEVANTAMENTO DE PRUMO CENTRAL) .....	20
2.10- SISTEMAS A LASER .....	21
2.11- CABINA E CONTRAPESO .....	21
2.12- DIMENSIONAMENTO DOS CABOS DE TRAÇÃO .....	22
2.13 CONCEITOS ELÉTRICOS.....	24
2.13.1 CORRENTE ELÉTRICA .....	24
2.13.2-TENSÃO ELÉTRICA.....	25
2.13.3 RESISTÊNCIA ELÉTRICA .....	26
2.13.4-POTÊNCIA ELÉTRICA.....	26
2.13.5-CAMPO MAGNÉTICO .....	27
2.14 MÁQUINAS DE TRAÇÃO .....	27
2.15- MAQUINA SEM ENGRENAGEM.....	28
2.16 - MÁQUINAS COM ENGRENAGEM .....	30
2.17- GUIAS DO CARRO E CONTRAPESO .....	32
2.17.1- RESISTÊNCIA DAS GUIAS .....	32
2.18- PRINCIPAIS NORMAS.....	33

3. RESULTADOS E DISCUSSAO .....	43
3.1. DADOS DO EQUIPAMENTO .....	43
3.2 LOTAÇÃO DA CABINA E VELOCIDADES .....	43
3.3 PARAMETROS DO PESADOR DE CARGA .....	44
3.4 CALCULO DO DESLIZE DOS CABOS DE TRAÇÃO .....	45
3.5 TAXA DE TRANSMISSAO COMUNICAÇÃO CAN .....	48
3.6 AMARRAÇÃO DA LINHA DE SEGURANÇA .....	49
3.7 CAMPO MAGNETICO NO FREIO DA MAQUINA .....	50
3.8 SENSORES.....	50
3.8.1 SENSOR DE PAVIMENTO (CANETA) .....	50
3.8.2 ENCODER .....	52
3.9. BARREIRA ELETRONICA .....	54
3.10. PARAMETROS DOS SENSORES E DISPOSITIVOS .....	55
3.11. CODIGOS DE FALHA DA MCINV .....	56
5. REFERENCIAS .....	60

## **1. INTRODUÇÃO**

O referente estudo se fez necessário pois a instalação de um elevador em obras novas é capaz de facilitar a acessibilidade de seus usuários e valorizar o imóvel (edifício).

Tudo começou no século XIX quando as cidades e a organização social começaram a ser dispersar, assim como a construção civil sendo impulsionada pelas constantes mudanças, nesse período as inovações foram influenciadas pela revolução industrial e o crescimento populacional que foi resultado da criação de novos serviços. Com todos esses aspectos, Elisha Otis, desenvolveu o primeiro sistema vertical com um sistema de segurança, revolucionando o que até então se entendia do transporte vertical, criava-se ali o primeiro elevador moderno, impulsionando o mercado (SANTOS; SILVA, 2018).

A partir do que foi apresentado, adquirir um transporte vertical se tornou indispensável nas construções, proporcionando a valorização do imóvel, além de atrair clientes, quando se fala de edifícios residenciais, esse equipamento é capaz de promover acessibilidade e melhorar a qualidade de vida de seus usuários (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2019).

Após a montagem do equipamento, é importante que uma empresa de manutenção seja contratada, ficando a critério do cliente a escolha, na relação entre excelência em serviços e melhoria da qualidade da mão de obra, verifica-se uma necessidade do colaborador definir uma sistemática específica de prestação de serviços, que parte da percepção das necessidades dos clientes, formando padrões de atendimento, e da percepção das necessidades dos colaboradores para a execução de suas funções com total aproveitamento e competência (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2019).

### **1.2 JUSTIFICATIVA**

O presente estudo se faz necessário porque a instalação de um elevador em obras novas é capaz de facilitar a acessibilidade de seus usuários e valorizar o imóvel (edifício). Além disso, proporciona assimilar os conhecimentos adquiridos durante o

período de formação no curso de engenharia elétrica, principalmente entendendo a aplicação dos sistemas eletrônicos e digitais, e ainda adquirir novos conhecimentos. Realmente, entender a modelagem da execução de um projeto de engenharia desse nível é necessário abranger um leque muito vasto de técnicas para a resolução de contratempos que surgem, isso torna a experiência marcante.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo desse estudo é entender o processo de instalação de um elevador elétrico residencial para um edifício de 13 pavimentos. O equipamento deve ser capaz de transportar pessoas em todos os andares, além de manter a segurança em todas as situações possíveis. Contudo, deve ser entendido a estrutura, lógica e tecnologia utilizada no equipamento, para que tenha sido válido esse estudo.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analisar a estrutura civil (pré-instalação);
- Analisar estruturalmente a capacidade da cabina;
- Calcular conforme as normas os cabos de aço;
- Especificar a máquina de tração;
- Especificar as principais normas relacionadas;
- Especificar os dispositivos de segurança;
- Especificar os sensores usados;
- Especificar o quadro de comando;
- Especificar o sistema de segurança.

### **1.4 METODOLOGIA**

Faz-se o desenvolvimento da metodologia de projeto com base nos conhecimentos adquiridos no período de estágio em uma empresa de elevadores. Além disso, faz-se necessário as especificações do cliente, para que se possa planejar e executar cada etapa do projeto. Se necessário, algumas adequações podem ser tomadas: análise de viabilidade técnica (AVT) e aditivos ao contrato.



## **2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO**

### **2.1 CONCEITO DE ELEVADOR**

O elevador é constituído de um conjunto mecânico em aço e ferro, toda a armação é montada em cima de uma plataforma chamada de base, essa irá garantir que toda a armação feita de aço e ferro não se desprenda, todo o conjunto restante irá ser montado a partir daí. Toda a armação de aço constituída por duas longarinas fixadas em cabeçotes superior e inferior. Todo este conjunto da cabine, armação e plataforma chama-se carro. Todos os elevadores de passageiro têm características em comum, entre elas a cabine, as portas, as guias, a iluminação e seus dispositivos de segurança. A primeira separação que pode ser feita é entre elevadores hidráulicos e de tração (CREL ELEVADORES, 2012).

Os elevadores hidráulicos se locomovem através de uma bomba que injeta óleo em um pistão instalado entre o fundo do poço e a estrutura da cabine. Estes elevadores são muito comuns em prédios de pequeno porte nos Estados Unidos. No Brasil o modelo hidráulico não é popular, com base em um estudo feito pela ThyssenKrupp Elevadores, mais de 98% dos elevadores instalados no Brasil são de tração (CREL ELEVADORES, 2012).

A bomba hidráulica força o fluido do tanque em um tubo, levando-o ao cilindro. Quando a válvula é aberta, o fluido de pressurização escoará pelo caminho da mínima resistência e retornará ao tanque de fluido. Mas quando a válvula está fechada, o fluido de pressurização não tem lugar para ir, exceto o cilindro. Conforme o fluido entra no cilindro, ele empurra o pistão para cima, erguendo o carro do elevador (HARRIS, 2002).

### **2.2 ESTRUTURA CIVIL (PRÉ-INSTALAÇÃO)**

Neste processo, o pré-instalador é a pessoa encarregada de fornecer e passar as orientações ao cliente quanto as adequações da obra, desse modo, a pré-instalação é considerada um dos processos mais importantes da instalação, pois, caso algum problema não seja identificado de forma prévia e, o processo de montagem seja iniciado, os prejuízos podem ser significativos, portanto, cobra-se uma vistoria rigorosa (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2015).

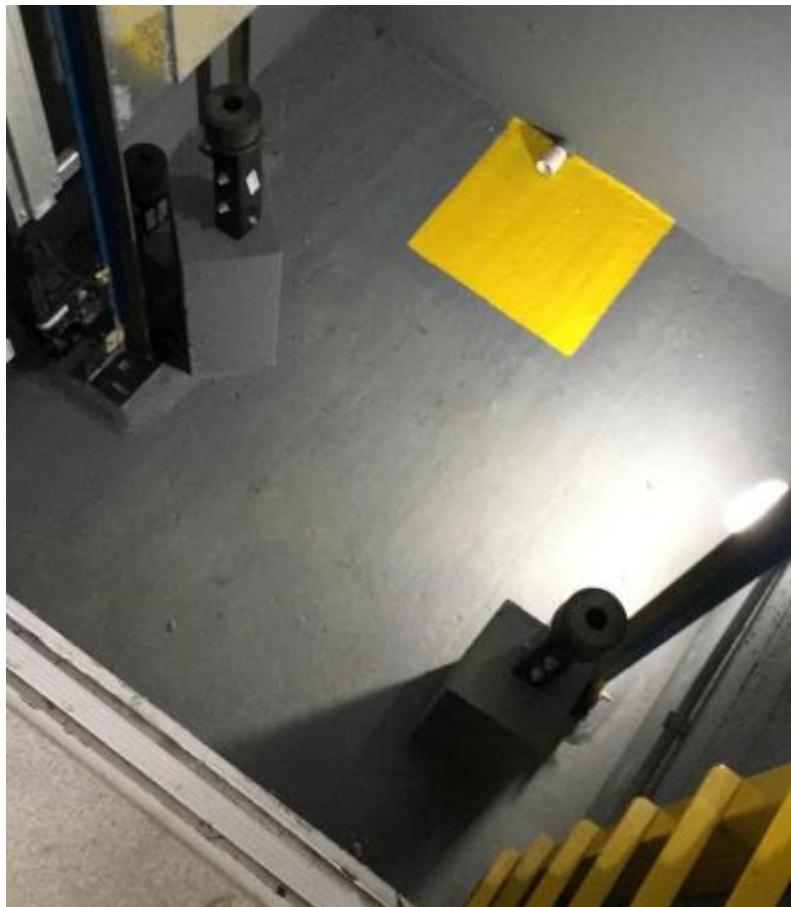
Dentre as responsabilidades do cliente exigidas pela NBR NM -207, estão seguintes itens:

### 2.3 POÇO

É o recinto situado abaixo do piso da parada extrema inferior, na projeção da Caixa. As principais exigências da NBR NM 207 para o Poço são:

- Escada de acesso ao poço tipo marinheiro;
- Base para molas (conforme projeto);
- Parede divisória de 2,5 (poços paralelos);
- Poço seco/sem entulhos.

Figura 1 - Poço seco



Fonte: adaptação, ThyssenKrupp (2019).

É o recinto formado por paredes verticais, fundo do poço e teto, onde se movimentam o carro e o contrapeso. As principais exigências da NBR NM-207 para a Caixa são:

- Pavimento concretado;
- Vendamento e reboco;
- Apoio de soleira de pavimento (metálico ou concreto);
- Execução das golas nas portas de pavimento;
- Pré-marcos instalados;
- Conferência dos pré-marcos instalados e arrematados;
- Instalação das caixas de botoeiras e indicadores;
- Pintada caiada e desimpedida;
- Iluminação da caixa de corrida;
- Instalar proteção nas portas de pavimento.



FONTE: adaptado, Thyssenkrupp (2019).

## 2.5 CASA DE MÁQUINAS

É o local destinado para a posicionamento das máquinas, painéis de comandos e despacho, assim como o limitador de velocidade, No-Break e outros componentes da instalação. A casa de máquinas normalmente fica localizada na parte superior do edifício, acima da caixa do elevador. Quando a casa de máquinas estiver localizada na parte inferior do prédio, ou seja, ao lado do poço, é necessário que seja construída uma casa de polias sobre a caixa (ATLAS SCHINDLER, 2010).

Algumas exigências da NBR – 207 são:

- Escada de acesso conforme NM 207;
- Furação na laje e piso concretado;
- Alçapão com tampa metálica definitiva (antiderrapante pintado de amarelo);
- Ganchos conforme projeto;
- A porta de acesso à Casa de Máquinas deve ser de material incombustível e sua folha deve abrir para fora, estar provida de fechadura com chave para a abertura pelo lado externo e abertura sem chave pelo lado interno.;
- Janela com vidro (ventilação cruzada com mínimo de 10% da área do piso);
- Reboco e pintura das paredes e teto (cor branca);
- Escada com corrimão e guarda-corpo;
- Piso acabado;
- Base do quadro de comando/tubulação fiação passada;
- Iluminação definitiva;
- Iluminação de emergência sobre a máquina de tração (NBR NM207);
- Cabos elétricos definitivos até a chave de força;
- Extintor de incêndio tipo CO2 (mínimo de kg);
- Quadro de força com energia, fusível e aterramento independentes;
- Informativo de segurança (poço e alçapão).

## 2.6 PLACA DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

- Placa de responsabilidade técnica e propaganda colocada na frente da obra.

## 2.7 DATA E LOCAIS

- Data de conclusão da caixa corrida e casa de máquinas.

## 2.8 GERAIS

- Depósito para materiais pesados;
- Local para guarda de ferramentas com prateleiras;
- Fornecimento de materiais e mão de obra para demais serviços a cargo do comprador.

## 2.9 LPC (LEVANTAMENTO DE PRUMO CENTRAL)

O levantamento de prumo central é o procedimento em é verificado por meio de equipamentos de medição, as ocorrências de problemas estruturais. A NBR 9062/01 determina que a tolerância máxima na fachada deve ser de 1/300 da altura do edifício ou 2,5 cm de desaprumo. O erro de prumo pode surgir por diversas situações, mas, o que se tem de mais comum é a falha de fundação e a falta de coordenação entre os projetos de fundação, arquitetura e estrutura (PINIWEB, 2017).

A NM 207 (Norma Mercosul) estabelece os princípios fundamentais de segurança e obrigações do fabricante e dos construtores dos elementos de transporte vertical. Já a NBR 5665/83 - Cálculo do Tráfego nos Elevadores é usada para o arquiteto definir a capacidade do elevador dependendo do uso da edificação. No projeto, considera-se uma tolerância do tamanho da cabine com a caixa de elevador além dos 3 cm pedidos na norma. Essa tolerância é importante porque há casos em que a fôrma se abre, aumentando a largura da viga. Se os 3 cm de tolerância forem ultrapassados, pode ser necessário o aval do calculista para que se descasque a viga. (NBR NM 207, 2007).

## 2.10 SISTEMAS A LASER

A verificação a laser do prumo de fachadas começa com o alinhamento do equipamento emissor de raios paralelo à fachada do prédio. A partir do plano gerado, são verificadas as distâncias nos andares à medida que a estrutura sobe. As medições para verificar a correção do prumo são geradas instantaneamente. As tolerâncias máximas de desaprumo são sensivelmente reduzidas com este método de aferição, bem como o consumo de argamassa (PINIWEB, 2017).

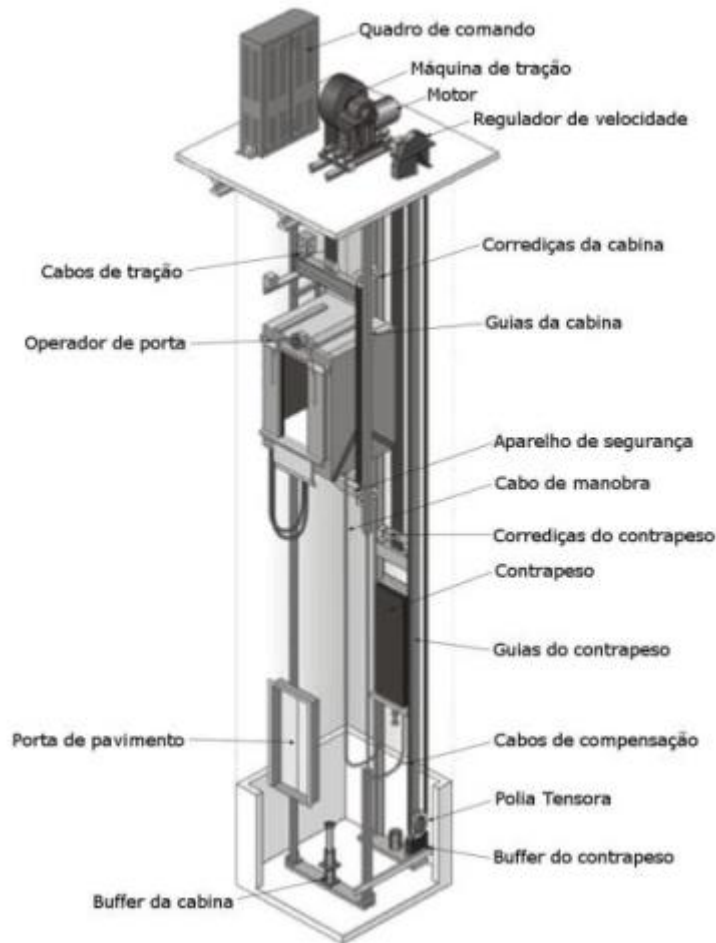
## 2.11 CABINA E CONTRAPESO

O movimento de subida e descida do carro e do contrapeso é feito pela máquina de tração. A aceleração e o retardamento ocorrem em função da variação de corrente elétrica no motor de tração. A parada final é possibilitada pela ação de um freio que está instalado na máquina de tração. Além desse freio, o elevador é dotado também de um freio de segurança para situações de emergência. (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2015).

Nos elevadores tracionados a cabina é suspensa por cabos de aço que passam por uma polia controlada por um motor elétrico. O peso da cabina é balanceado por um contrapeso. A massa do contrapeso é de 40 a 50% da massa da cabina e seu principal propósito é garantir um potencial energético constante e uma tração adequada nos cabos de aço (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2019).

O princípio de uma plataforma suspensa para transporte de pessoas ou materiais foi pensado e elaborado pela primeira vez pelo arquiteto romano Vitruvius, ainda nos primórdios. A elevação era obtida usando um contrapeso, que hoje em dia ainda é utilizado, que tinha a função de subir e descer sob o controle de uma roldana movida por uma manivela do lado de fora da plataforma. Provavelmente tais elevadores foram utilizados ainda em casas romanas altíssimas, tais elevadores foram operados por serviçais da época. (MEGA SUL ELEVADORES, 2012)

Figura 3 - posição da cabina e contrapeso



FONTE: PATRÃO (2012).

## 2.12 DIMENSIONAMENTO DOS CABOS DE TRAÇÃO

Os cabos usados no projeto são compostos por 8 fios trançados, a bitola do cabo é de 6mm, atendendo todos os requisitos de segurança que a norma exige.

A tração nos meios de suspensão deve ser tal que as seguintes três condições sejam preenchidas:

A) o carro deve manter-se nivelado com o piso sem escorregar quando a cabina estiver carregada com 125% da carga nominal definida;

B) deve ser assegurado que qualquer freada de emergência produza um retardamento no carro, quer seja com cabina vazia, quer seja com a carga nominal, de valor que não exceda aquele da batida do carro no para-choque, inclusive quando for usado para-choque de percurso reduzido;

C) não deve ser possível deslocar o carro em subida, com a cabina vazia, quando o contrapeso estiver apoiado nos para-choques e a máquina estiver girando no sentido de subida do carro. (NBR NM 207, 2007, p. 10).

A tração deve ser assegurada durante todo o tempo levando-se em conta:

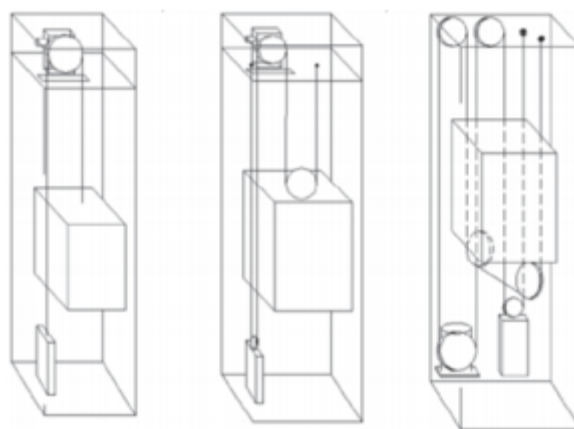
- Viagem normal;
- Carregamento do carro ao nível do piso;
- Desaceleração devida a uma parada de emergência.

Contudo, considerações devem ser feitas para permitir que o deslizamento ocorra se o carro está retido na caixa por qualquer razão. O seguinte procedimento de dimensionamento é uma orientação que pode ser usada para avaliação da tração em aplicações tradicionais as quais incluem cabos de aço e polias de aço/ferro fundido e máquinas instaladas em cima na caixa. Os resultados são, como mostrado pela experiência, seguros tendo em vista as margens de segurança embutidas. Assim, os elementos seguintes não necessitam ser levados em consideração em detalhes:

- Construção do cabo;
- tipo e quantidade de lubrificação;
- Material de polias e cabos;
- Tolerâncias de fabricação.

A norma que rege os padrões para projeto de elevadores elétricos de passageiros destaca que o cálculo para utilização do fator de segurança deve ser entre 8 e 12 vezes a carga máxima que elevador irá transportar. (NBR NM 207, 2007, p. 22).

Figura 4 - Modelos de armação de cabos



FONTE: OTIS, (2016).

- Cálculo da tração



Equação 1:

$$\frac{t_1}{t_2} \leq e^{f\alpha} \quad (1)$$

Para condições de carregamento do carro e de freada de emergência, usamos a equação 2:

$$\frac{t_1}{t_2} \geq e^{f\alpha} \quad (2)$$

Para condições de carro retido (contrapeso apoiado nos para-choques e máquina girando no sentido de subida);

onde:

f = coeficiente de atrito aparente;

$\alpha$  = ângulo de abraçamento dos cabos na polia de tração;

T1, T2 = forças nos cabos em ambos os lados da polia de tração. (NBR NM 207, 2007, p. 22).

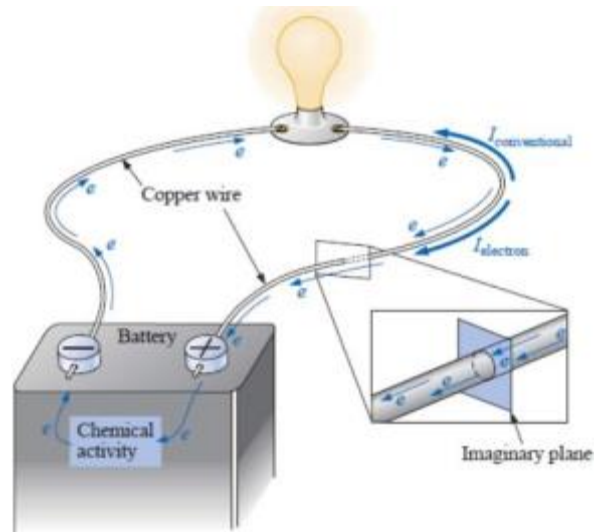
A relação estática T1/T2 deve ser avaliada para o pior caso dependendo da posição do carro na caixa com 125% da carga nominal. Condição de freada de emergência. A relação T1/T2 dinâmica deve ser avaliada para o pior caso dependendo da posição do carro na caixa e das condições de carga (vazio ou com carga nominal) cada elemento em movimento deve ser considerado com sua própria taxa de aceleração levando em conta o efeito da instalação. (NBR NM 207, 2007, p. 22).

## 2.13 CONCEITOS ELÉTRICOS

### 2.13.1 CORRENTE ELÉTRICA

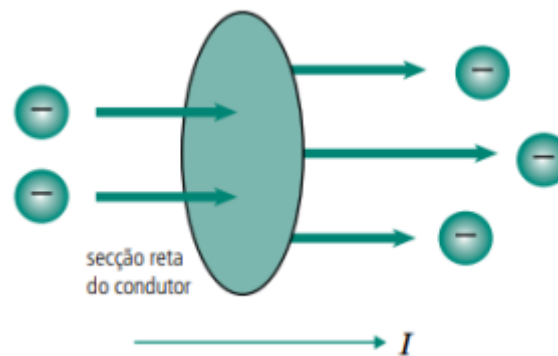
Segundo Universidade federal do Paraná, a corrente elétrica foi descoberta pelo matemático e físico francês André Marie Ampère, que também construiu o primeiro solenoide. Como podemos ver na Figura 9 a corrente é a reação de uma tensão exercida em um fio (resistência) condutor em um circuito elétrico. Se cerca de  $6,242 \times 10^{18}$  elétrons ou um coulomb (1C) é conduzido através do plano imaginário em 1 segundo, diz-se que o fluxo de carga, ou corrente, é de 1 ampère (A) (UTFPR, 200-?).

Figura 5 - corrente elétrica percorrendo um circuito



Fonte: UTFPR, 200-?.

Figura 6 - corrente elétrica na seção condutora

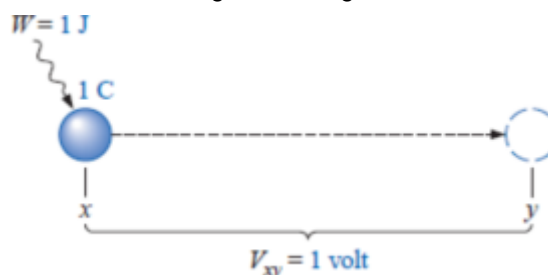


Fonte: dos santos, kelly Vicente, (2011).

### 2.13.2 TENSÃO ELÉTRICA

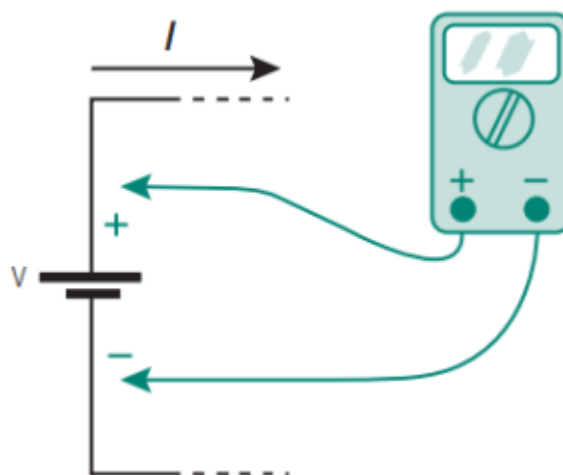
Segundo Universidade federal do Paraná, a tensão elétrica foi descoberta pelo físico Alessandro Volta em 1800, no mesmo estudo desenvolveu o capacitor e a fonte de energia elétrica por reação química. Tensão pode ser definida como a força que articula o fluxo dos, e está totalmente associada com as fontes de tensão, que podem ser alternadas ou contínuas (UTFPR).

Figura 7 - carga



Fonte: UTFPR, 200-?.

Figura 8 - medida de tensão elétrica em um circuito



Fonte: dos santos, kelly Vicente, (2011).

### 2.13.3 RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Resistência elétrica é o quanto um determinado material consegue impedir o fluxo da corrente de um ponto ao outro. Os metais são considerados bons condutores por possuírem elétrons livres na sua última camada de valência. Quanto maior é a resistência elétrica do material, menor será o fluxo de corrente, conseqüentemente, maior também a perda por aquecimento térmico (VICENTE DOS SANTOS, 2011).

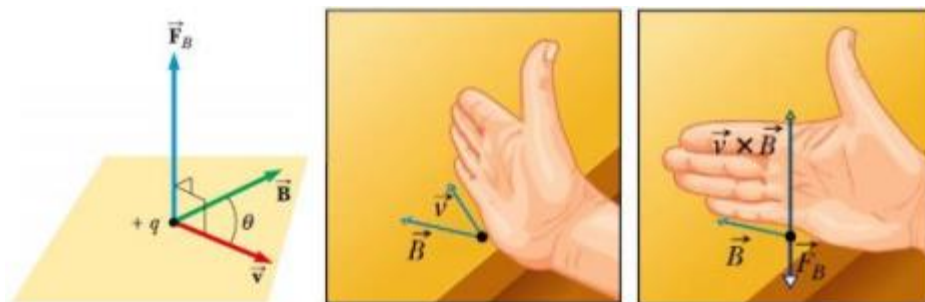
### 2.13.4 POTÊNCIA ELÉTRICA

Potência elétrica é a energia já transformada em trabalho, calor, movimento ou outra finalidade, que um equipamento ou dispositivo necessitou para funcionar adequadamente. Quanto mais energia for alterada em um menor espaço de tempo, maior será a potência do aparelho. Dessa forma temos que a potência elétrica é a relação entre a energia elétrica recebida e o tempo gasto para transformá-la em outra forma de energia (VICENTE DOS SANTOS, 2011).

### 2.13.5 CAMPO MAGNÉTICO

É produzido por movimento de carga, quando uma corrente elétrica percorre um material condutor, esse fluxo produz um campo, que por sua vez possui direção e força magnética. É possível saber a direção desse campo usando a regra da mão direita, conforme figura 13 (FILHO, SOUZA D'AGRELLA).

Figura 9 - regra da mão direita



Fonte: USP, 2012.

### 2.14 MÁQUINAS DE TRAÇÃO

As máquinas de tração são responsáveis principalmente pela movimentação da cabine na caixa de corrida, em suas polias passam os cabos de aço que estão presos no contra peso que se encontra no fundo do poço, ele ajuda o motor nos esforços. A cada comando de subida e descida, a máquina suporta o peso da cabina e passageiros, além do contrapeso, cabos de aço e correntes de compensação (ATLAS SCHINDLER, 2010).

A máquina através da sua polia transmite o movimento à cabina no sentido ascendente ou descendente por meio dos cabos ou cintas de suspensão. A cabina é equilibrada por um contrapeso que funciona como sistema de tração. A manobra do elevador (velocidade, parada, chamadas em cabina ou chamadas no hall, etc.) é realizada através de um comando, a fiação é feita na caixa de corrida, o cabo de manobra é preso na cabine para fazer a alimentação da iluminação, indicadores e interfone da cabina por exemplo. Nos modelos com casa de máquinas, a máquina e o quadro de comando estão localizados na casa de máquinas em cima, embaixo ou ao lado do poço. Nos modelos sem casa de máquinas, a máquina está localizada no topo do poço, enquanto o Painel de Emergência e Inspeção e o Quadro de Comando encontram-se normalmente no último ou penúltimo piso (Otis, 2015).

O sistema de cabo das máquinas de tração pode ser pelo menos de três maneiras, o que irá definir o método de amarração dos cabos, é a localização da máquina, ao lado, atrás ou embaixo da caixa, dessa forma haverá polias adicionais fixadas por vigas. Quando o elevador é sem casa de máquinas, a máquina normalmente fica presa na parte superior do edifício, normalmente no último andar, dessa forma os cabos tendem a ficar presos no teto passando por uma polia presa na travessa superior (Otis, 2015).

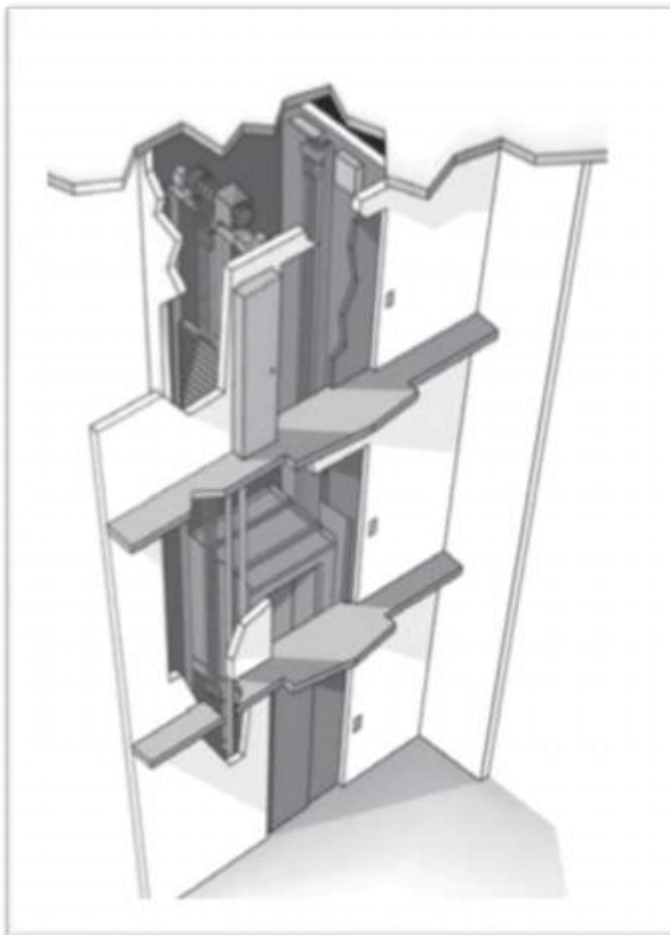
## 2.15 MÁQUINA SEM ENGRENAGEM

A primeira distinção a ser feita entre as máquinas de tração é entre as engrenadas e não engrenadas. Em elevadores não engrenados, a polia por onde passa os cabos de aço está conectada diretamente ao eixo do motor. Em geral este sistema é utilizado em prédios mais altos e está associado a velocidades de deslocamento mais altas. Por ser mais compacto, o sistema não engrenado é utilizado também nos elevadores sem casa de máquinas. Por não utilizarem caixa de redução, não necessitam lubrificação e são mais eficientes energeticamente (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2019).

Os modelos synergy são modelos de elevadores sem casa de máquinas, os cabos de tração são passados geralmente por baixo da cabina, dessa forma, ele tem uma suspensão diferente dos elevadores com casa de máquinas, onde a polia da cabina está presa na parte superior da cabina, ou seja, no teto (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2016).

Algumas máquinas possuem arranjos que quando são montadas, precisam ser posicionadas em um local específico, precisando de uma furação adequada para que a mesma não fique fora de posição. Cada instalação segue um projeto, então existe medida pré-determinada, caso haja erro de adequação da estrutura civil, a montagem da máquina irá apresentar erros de posicionamento, fazendo com que haja imprevistos no cronograma (Kosow 1979).

Figura 10 - Posição da máquina de tração



FONTE: OTIS, (2017).

Nesse caso é utilizada a caixa de redução, com um fator de redução apropriado para a velocidade nominal desejada na cabina. Os motores engrenados são mais baratos, porém a utilização da caixa de redução agrega ao sistema uma ineficiência de aproximadamente 30% (ENERMODAL, 2004).

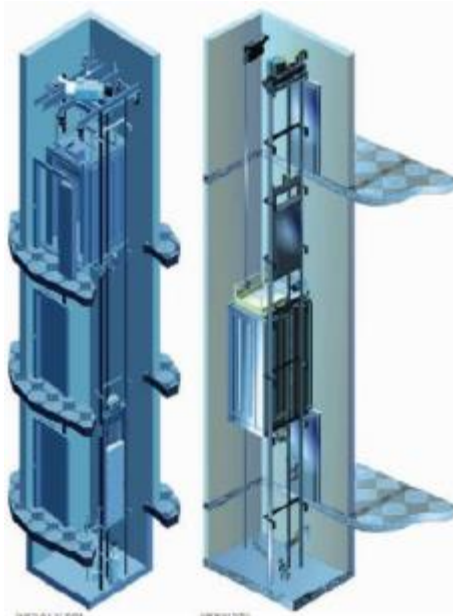
O modelo synergy, que não utiliza casa de máquinas, e tem diversas vantagens, o synergy é um sistema modular, que pode ser facilmente adaptado às exigências específicas do mercado. As principais vantagens são as dimensões compactas do poço e a ausência da casa de máquinas que economizam espaço e custos com a construção. Este elevador economiza energia elétrica devido à utilização da máquina com ímãs permanentes de alto rendimento, e ainda dispensa a utilização de óleo lubrificante. Os prazos de entrega ficam mais curtos já que não

possuem casa de máquinas, longa vida operacional completa este sistema (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2017).

Estas características garantem também mais liberdade de criação aos arquitetos e uma complexidade de planejamento significativamente menor. Em outras palavras, cada sistema synergy se encaixa de formas diferentes em cada projeto (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2017).

- Flexível.
- Cabina sem estrutura, com tração inferior.
- Sistema com máquina sem engrenagem.
- Deslocamento suave e silencioso.
- Baixo consumo de energia.

Figura 11 - Representação do Modelo synergy



FONTE: THYSSENKRUPP ELEVADORES, (2017).

## 2.16 MÁQUINAS COM ENGRENAGEM

No caso dos elevadores engrenados a polia é conectada em uma caixa de redução que é ligada ao motor. O sistema engrenado é utilizado para adequar motores cuja a faixa ideal de operação é muito alta para o transporte de passageiros. Um exemplo para essa aplicação é o caso em que um motor de indução é acionado por

partida direta, a rotação do motor fica próxima a 1700 rpm, tornando impraticável conectá-lo diretamente à polia de tração do elevador. (ENERMODAL, 2004).

Máquinas com engrenagem para elevadores com controle VVVF e velocidade de 22 m/min a 180 m/min Benefícios:

- Baixo nível de ruído.
- Performance e conforto.
- Maior segurança.

Figura 12 - Máquina TW45 com engrenagem



FONTE: THYSSENKRUPP ELEVADORES, (2017).

A máquina TW45 foi desenvolvida para elevadores com carga nominal de 600 kg e velocidade até 60 m/min. É a máquina engrenada mais compacta, ideal para aplicações residenciais e comerciais de baixo fluxo (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2017).



Figura 13 - Máquina TW63 com engrenagem



FONTE: THYSSENKRUPP ELEVADORES, (2017).

## 2.17 GUIAS DO CARRO E CONTRAPESO

### 2.17.1 RESISTÊNCIA DAS GUIAS

As guias, devem apresentar resistência nas suas amarrações e juntas que suportem as forças atuantes do acionamento do freio de segurança e as deflexões da carga da cabina sobre ela.

- O guiamento do carro e do contrapeso devem ser assegurados;
- As deflexões devem ser limitadas para assegurar que:
  - O destravamento não intencional das portas não ocorra;
  - A operação dos dispositivos de segurança não seja afetada;
  - A colisão de partes móveis com outras partes não seja possível.

De acordo com a figura 10 as guias tipo T são as mais usadas na maioria dos projetos, e o coeficiente de segurança tem que obedecer a tabela.

Figura 14 - Coeficiente de segurança para guias

Casos de carga	Alongamento ( $A_5$ )	Coeficiente de segurança
Uso normal, em carregamento	$A_5 > 12 \%$	2,25
	$8 \% \leq A_5 \leq 12 \%$	3,75
Operação do freio de segurança	$A_5 > 12 \%$	1,8
	$8 \% \leq A_5 \leq 12 \%$	3,0

FONTE: NBR 16042, (2012).

Materiais com alongamento menor que 8 % não podem ser utilizados, por serem muito frágeis.

## 2.18 PRINCIPAIS NORMAS

As normas especificadas a seguir são algumas cobradas para executar as atividades diárias com segurança.

### 2.18.1 NR 6 – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Para os fins de aplicação desta Norma Regulamentadora – NR, considera-se Equipamento de Proteção Individual – EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. (NBR NR 6).

### 2.18.2 NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis. (NR 10, 2004).

### 2.18.3 NR 18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

Esta norma estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção. (NR 18, 2015).

Consideram-se atividades da Indústria da Construção as constantes do Quadro I, Código da Atividade Específica, da NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho e as atividades e serviços de demolição, reparo, pintura, limpeza e manutenção de edifícios em geral, de qualquer número de pavimentos ou tipo de construção, inclusive manutenção de obras de urbanização e paisagismo. (NR 18, 2015).

#### 2.18.4 NR 35 – TRABALHO EM ALTURA

Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade. Considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda. (NR 35, 2012).

#### 2.18.5 ABNT - NBR 16042/2012

A NBR NM 207, ao definir requisitos para elevadores elétricos, estabelece a necessidade de uma casa de máquinas e casa de polias especiais para abrigo da maquinaria. A tecnologia moderna, porém, demonstra que a maquinaria, ou parte dela, ou parte de seus componentes não necessitam estar dentro de uma casa de máquinas especial e podem ser colocadas na caixa ou fora dela. (ABNT NBR 16042, 2012).

### 2.19 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA

Todos os contatos funcionam como segurança, caso algum deles não estejam recebendo sinal por meio da alimentação em 24 v, o elevador não irá partir, toda a segurança está “amarrada” em série, caso alguma segurança esteja aberta, o motor não irá receber o comando de partir (ABNT NBR 16042, 2012).

#### 2.19.2 CHAVE GERAL PARA CASA DE MÁQUINAS

Sua função é desligar automaticamente a alimentação de energia elétrica em situações de sobrecarga ou curto-circuito, conservando o equipamento, e o próprio

edifício, de risco de incêndio. Protege também os funcionários do condomínio, que ficam expostos aos equipamentos energizados que fazem parte dos dispositivos que exigem desligamento manual. (Otis, 2016).

### 2.19.3 DISPOSITIVO DE DESTRAVAMENTO DAS PORTAS DE ANDAR

Possibilita o resgate seguro de passageiros presos no interior da cabina, mesmo em condições de pane ou de falta de energia, sem esse dispositivo impossibilitaria resgatar o passageiro preso na cabina.

### 2.19.4 REGULADOR DE VELOCIDADE

O dispositivo tem dois parâmetros de atuação:

- Elétrico 24 v;

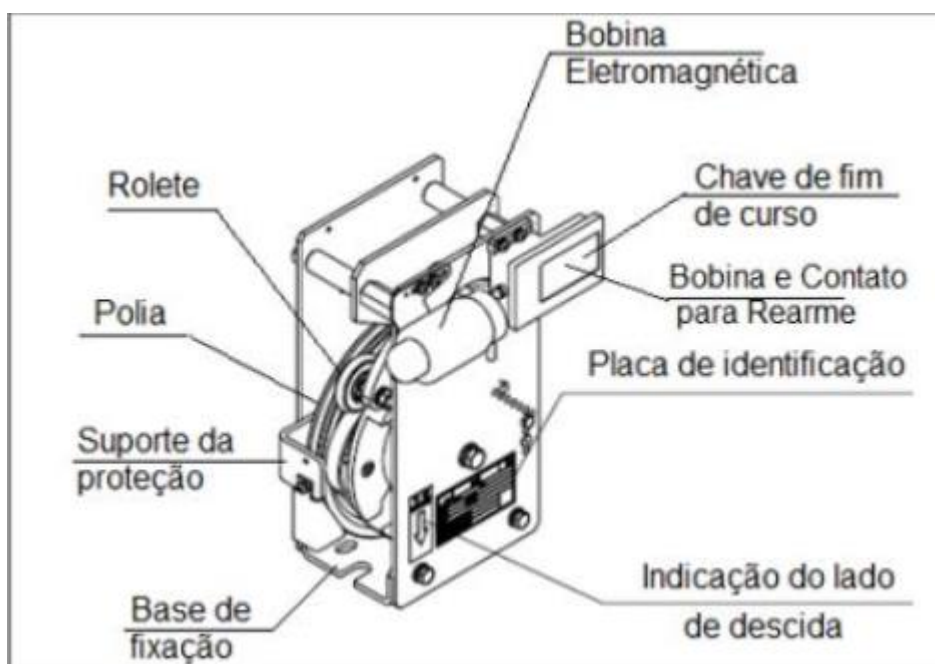
Esse é acionado por meio de um contato elétrico que é acionado quando a velocidade ultrapassa o limite de 10% da velocidade nominal especificada.

- Mecânico;

É acionado por uma espécie de trava mecânica acoplada na polia do regulador, quando a velocidade nominal ultrapassar 20% da velocidade nominal especificada, essa trava faz com que o elevador estanque instantaneamente. O limitador de velocidade é um dispositivo montado no piso da casa de máquina, que é constituído basicamente por polias, cabos de aço e interruptor. O limitador aciona mecanicamente o freio de segurança e desliga o motor da máquina de tração do elevador, quando a velocidade do carro ultrapassar o limite pré-estabelecido. (ThyssenKrupp Elevadores, 2016).

Monitora permanentemente a velocidade do elevador através de um cabo de aço que passa sobre uma polia e fica conectado de forma independente à cabina, ele é instalado na casa de máquinas, em elevadores com casa de máquinas. Sua principal função é acionar o freio de segurança caso o elevador ultrapasse sua velocidade máxima permitida, funciona mesmo com a falta de energia elétrica. (ThyssenKrupp Elevadores, 2016).

Figura 15 - Esquema do regulador de velocidade



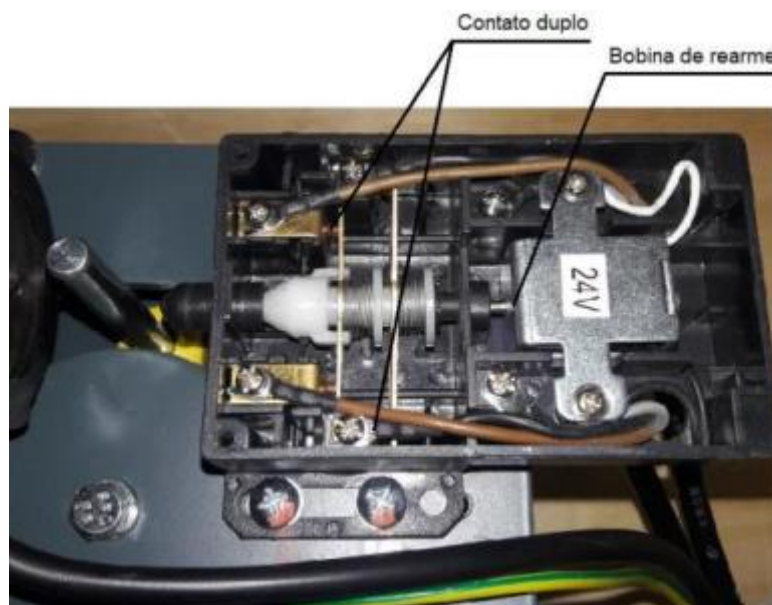
FONTE: THYSSENKRUPP ELEVADORES, (2016).

Polia Ø200 mm Limitador de velocidade usado nos elevadores da linha Synergy, Synergy ONE, Expert FII e MRSYN. Modelo fornecido com 2 bobinas eletromagnéticas de 24v, usadas para função remota de teste de acionamento e rearme do limitador de velocidade.

Faixa de velocidade:

- De 1 a 1.75 m/s (60 a 105m/min)
- Diâmetro do cabo: 6 mm Percurso máximo: 80

Figura 16 - Chave fim de curso contato duplo



FONTE: THYSSENKRUPP ELEVADORES, (2017).

#### 2.19.5 CONTATO DO VOLANTE DA MÁQUINA (TOR).

Esse contato está localizado na própria máquina de tração, é composta por uma chapa de metal que possui dois pinos tipo “vampiro” responsável pelo contato elétrico em 24v, caso ela não esteja parafusada, o sinal não é reconhecido pela placa, a segurança estará ativa. A função desse contato é servir de conexão para o volante da máquina, que é utilizada para resgate manual de passageiros presos, com ele é possível girar a engrenagem da máquina em casos extremos (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2019).

#### 2.19.6 CONTATO DA PORTA DE PAVIMENTO (P27).

Funciona em série com p28, ambos são contatos de porta de pavimento, ele é composto por um grampo vampiro que faz a ponte para alimentação. Caso a porta de pavimento esteja aberta, a placa lógica MCP, não identifica sinal de 24v, ou seja, segurança aberta, perigo de esmagamento, dentre outros fatores decorrentes da partida do elevador com porta de pavimento aberta (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2019).

#### 2.19.7 CONTATO DA PORTA DE ALÇAPÃO

Fica localizado abaixo na casa de máquinas, essa segurança, assim como as demais, não permite que o elevador viaje caso esteja aberta a porta do alçapão. Esse contato dificilmente é burlado, pois, a porta é fechada por dentro da caixa de corrida,

onde o acesso é restrito aos técnicos, mas a redundância é essencial de acordo com o que a norma cobra (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2016).

#### 2.19.8 CONTATO DO PISTÃO

Esse contato é “aberto” quando ocorre a falha do limite de redução, parada e final, ocorrendo a colisão da cabina no pistão, ao ocorrer o choque com o pistão, o contato irá abrir, não haverá alimentação 24v naquele ponto, assim, abrindo a linha de segurança. Até um técnico ir resolver o problema, o elevador permanecerá parado (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2016).

#### 2.19.9 PESADOR DE CARGA

É dos sensores principais para o bom funcionamento dos elevadores mais tecnológicos, sendo ele o responsável para limitar o número de passageiros dentro da cabina, possui uma célula de carga, que trabalha de acordo com a pressão exercida (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2016).

### 2.20 QUADRO DE COMANDO

#### 2.20.2 IGBT

A unidade de potência (IGBT) é parte integrante do inversor de frequência e tem por função fazer o chaveamento da tensão trifásica alternada, com frequência fixa em 60Hz, modificando para tensão contínua e, em seguida, convertê-la novamente em alternada, mas com tensão e frequência variável (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2016).

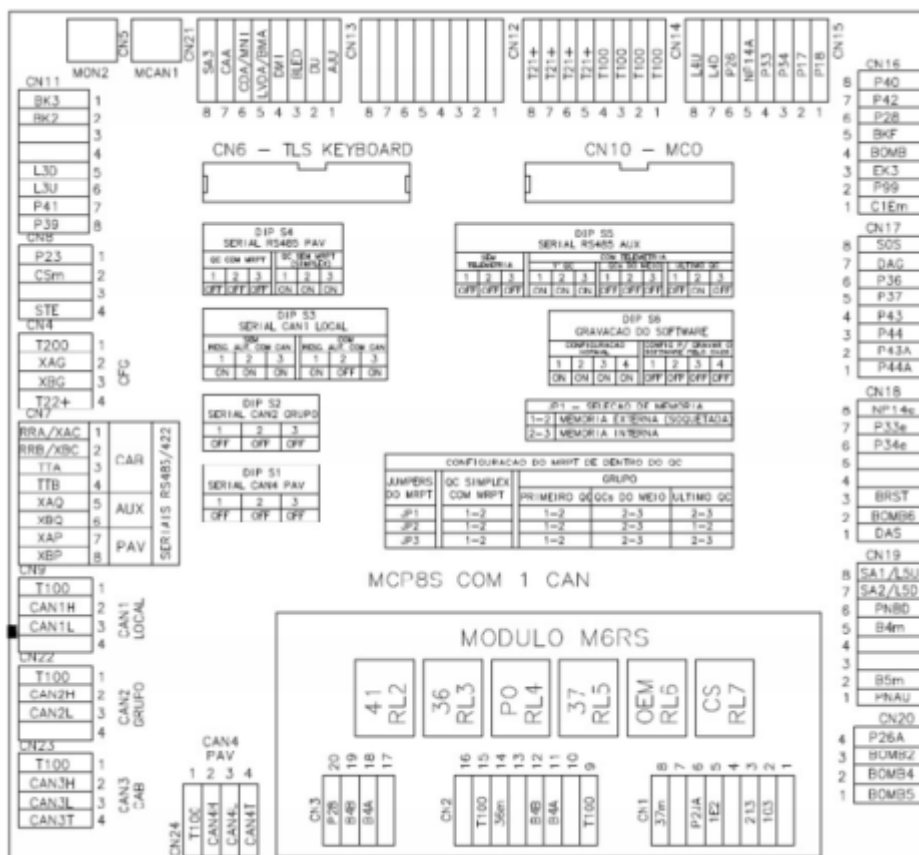
O IGBT funciona similarmente a uma chave liga/desliga, ou, se formos comparar com um dispositivo, seria análogo a um controlador on/off, quando se atinge o valor do set point (valor estipulado) ele desliga, no caso do IGBT, ocorre o chaveamento da tensão, e assim moldando a tensão alternada para contínua. Os IGBT's são utilizados em inversores de frequência por terem como característica principal o tempo mais curto de chaveamento, em comparação com outros dispositivos semicondutores na área de eletrônica de potência, além de terem uma aplicação mais ampla em relação à potência demandada pela carga. É importante ressaltar que apesar de serem aplicados em circuitos de potência mais alta, cargas

estáticas interferem em sua utilização, e a temperatura na junção, gerada pela alta frequência de comutação nas operações de liga/desliga. Com isso, devemos ter atenção em relação ao manuseio e ao processo de dissipação de calor através do dissipador térmico para o meio ambiente (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2016).

### 2.20.3 MCP

Essa é a placa responsável por toda a parte lógica do elevador, controle e registro de chamadas de cabina e pavimento e comunicação com as demais placas, que irão funcionar a partir do seu comando. O monitoramento dos parâmetros de pulsos do encoder também é controla pela MCP, caso haja alguma anomalia, ela irá efetuar algum comando na segurança. A placa MCP é composta por uma série de dispositivos eletrônicos, sua alimentação é provida de uma placa de alimentação chamada MFCH que é alimentada com uma tensão de 220v e retifica para 24v (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2019).

Figura 17 - Pinagem da placa MCP



FONTE: THYSSENKRUPP ELEVADORES, (2019).

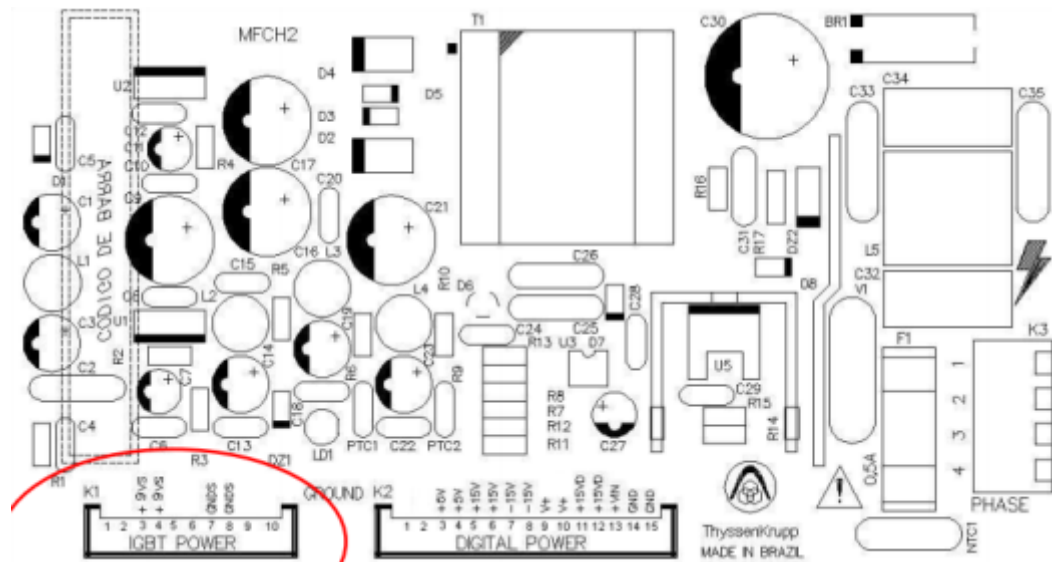


### 2.20.4 MFCH

Tem como principal função retificar a tensão de alimentação para as demais placas que funcionam em tensões menores, caso das placas: MCP8.

A tensão de K1 pode variar entre 9v e 11v, essa tensão são exclusivas para o módulo MCinv. (ThyssenKrupp Elevadores, 2019).

Figura 18 - esquema da placa MFCH



FONTE: MANUAL THYSSENKRUPP, (2015).

### 2.20.5 COMUNICAÇÃO CAN

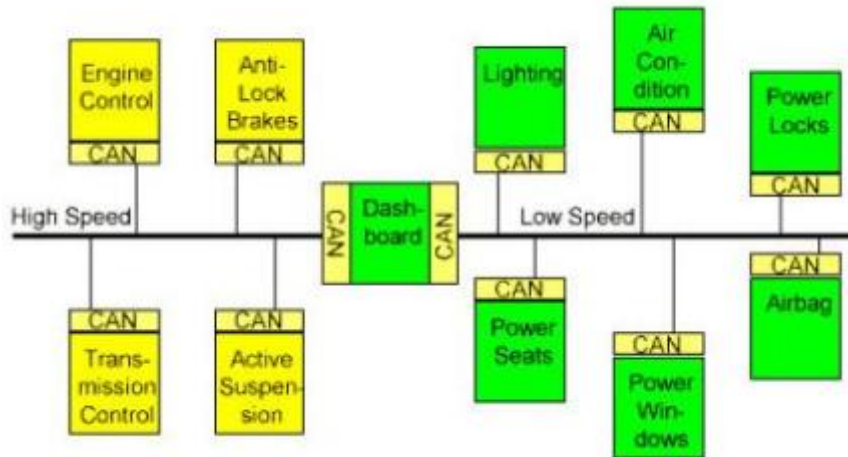
A MCP8s e as demais placas que serão abordadas a seguir utilizam o protocolo de comunicação CAN começou a ser desenvolvido em 1983 na Alemanha pela empresa Bosch, e foi anunciado oficialmente em 1986, sendo aplicados em diversos sistemas embarcados em automóveis produzidos pela Mercedes. (DE ALMEIDA GUIMARÃES, 2002, p2.).

O CAN é um protocolo de comunicação serial síncrono utilizado para facilitar a comunicação entre sensores, que requer uma placa eletrônica como modulo central, ele é constituído por um hardware simplificado e possui características curiosas, como o fato de ser multi-mestre, onde todos os módulos podem inverterem os papeis em determinado momento, dessa forma trabalha com mensagem multicast, onde todas as mensagens são recebidas por todos os módulos da rede. (DE ALMEIDA GUIMARÃES, 2002, p2.).

Uma rede CAN pode interligar até 2032 dispositivos, sendo que na prática o limite chega em torno de 110 dispositivos, e cada dispositivo deve ser tratado como

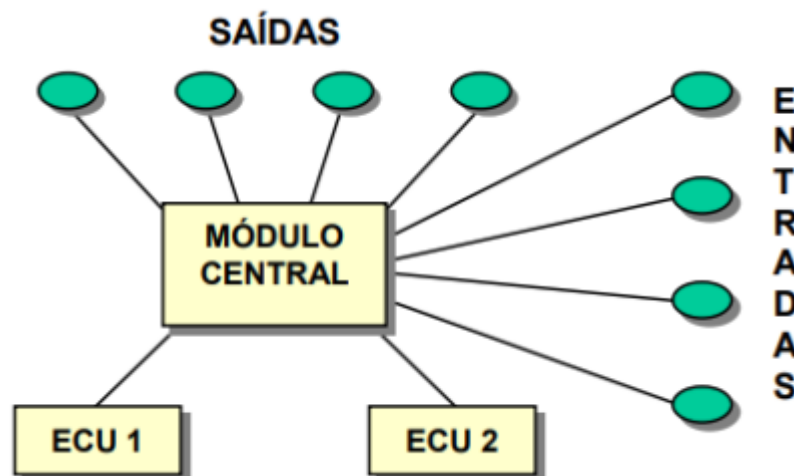
um nó da rede. Composto por dois fios, seu link de dados pode operar até 1Mbps, podendo variar em relação à distância, aumentando a distância, diminui-se a velocidade de operação dos dados. (DE ALMEIDA GUIMARÃES, 2002, p2.).

Figura 19 - Saídas e entradas do modulo central



FONTE: FONTE: DE ALMEIDA GUIMARÃES, 2002.

Figura 20 - Saídas e entradas do modulo central

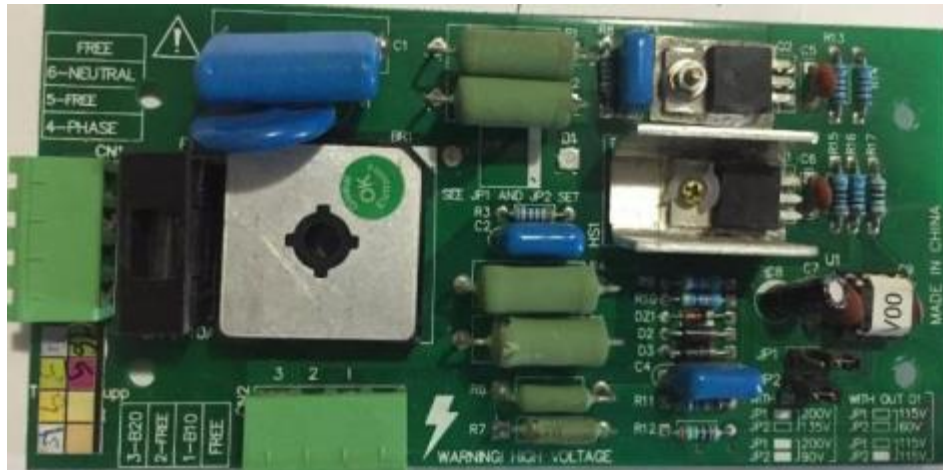


FONTE: DE ALMEIDA GUIMARÃES, (2002).

#### 2.20.6 MACB

A placa MACB é a placa responsável por monitorar as bobinas dos freios do motor. O campo magnético da bobina do motor é gerado por uma corrente contínua, essa corrente faz com que o campo atuante tenha maior intensidade, e fluxo. De todas as placas, a MACB é a única que tem papel de “força” diretamente ligada a ação, ela controla o freio diretamente, em sua configuração ela conta com um diodo e o controlador, que irá tomar uma ação (SHOPPING DOS ELEVADORES, 2019).

Figura 21 - Placa MACB



FONTE: SHOPPING DOS ELEVADORES, (2019).

Tensão nominal: 135v ou 220V.

Corrente nominal: 2A.

Formula para calcular campo magnético na bobina dos freios.

Onde:

**F**: força magnética

**|q|**: módulo da carga elétrica

**v**: velocidade da carga elétrica

**B**: campo magnético

**sen  $\theta$** : ângulo entre o vetor velocidade e o vetor campo magnético.

## 2.21 DESCARGA DO LINK DE REGENERAÇÃO

O contra representa cerca de 50% a mais do peso da cabina, quanto esta está em processo de subida sem carga, a tendência de transferência de energia potencial que o contra peso detém, em energia cinética da cabina, com o decorrente aumento da velocidade. Com isso a tendência é que haja aumento da velocidade do motor até que ultrapasse a sua velocidade síncrona, dessa forma, invertendo a função do motor, que passa a ser gerador, o processo de inversão do fluxo de potência, que passa a ser no sentido da carga (motor) para a fonte (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2016).

Essa energia devolvida pelo motor e armazenada no Link deverá ser descarregada através dos resistores de frenagem por efeito Joule, isto é, por dissipação térmica, ou regenerada para a rede de alimentação do prédio, por meio do sistema regenerativo, se for o caso (THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o que foi revisado, será especificado neste item os cálculos e gráficos necessários para uma instalação bem-sucedida. O estudo está direcionado com base na norma NBR NM 207 que rege os requisitos mínimos para a instalação dos equipamentos. Nesse estudo iremos utilizar um equipamento para trafegar em um edifício de 13 pavimentos e 13 paradas.

#### 3.1. DADOS DO EQUIPAMENTO

Podemos ver na tabela 1, os dados de funcionamento elétrico do motor.

Tabela 1 - Dados do equipamento

Máquina	“Motoca”
Paradas	13
Tensão	380v
Corrente	10.7A
Potência	4.06 kw
Velocidade	60m/min
Rotação	159rpm

Fonte: adaptação, autor (2019).

O fato de a potência dos motores elétricos serem razoavelmente baixa, se formos analisar a carga movimentada, se dá pela “ajuda” que o contrapeso dá ao motor, quando a cabina está mais pesada, o motor libera energia para os resistores dissipadores que anulam uma parte da carga excedente. Outro equipamento que tem bastante contribuição na estabilidade do motor, é a IGBT, que será abordada no item 6.8.

#### 3.2 LOTAÇÃO DA CABINA E VELOCIDADES

Calcular a lotação máxima da cabina, melhor dizendo, o peso máximo em que o elevador irá trafegar, é um dos fatores principais do ajuste.

Tabela 2 - Lotação da cabina

VELOCIDADE	CAPACIDADE DA CABINA (NÚMERO DE PESSOAS)													
	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
m/s (m/min)														
0,60 (36)	■													
0,75 (45)		■	■	■										
1,00 (60)		■	■	■	■	■								
1,25 (75)		■	■	■	■	■								
1,50 (90)						■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,75 (105)						■	■	■	■	■	■	■	■	■
2,00 (120)							■	■	■	■	■	■	■	■
2,50 (150)								■	■	■	■	■	■	■
3,00 (180)									■	■	■	■	■	■
3,50 (210)									■	■	■	■	■	■
4,00 (240)										■	■	■	■	■
5,00 (300)											■	■	■	■

Fonte: autor, (2019)

Essas especificações normalmente são passadas ao cliente ainda na venda do equipamento, algumas especificações técnicas podem ser adaptadas caso haja necessidade, mas, velocidade e capacidade são padronizadas.

### 3.3 PARAMETROS DO PESADOR DE CARGA

O pesador de carga é configurado para três estados:

- Cabina vazia
- 45% da carga máxima
- Capacidade máxima

Conforme figura 22 para que o pesador de carga funcione perfeitamente e não inicie uma viagem com excesso de peso, é essencial que seja feita com as especificações corretas, naquela tela do pesador é feita a para metragem zero.

Para a calibragem zero da cabina é necessário as medidas internas da mesma e saber o peso da pedra de mármore que será usada.

Para o elevador estudado segue os dados:

Comprimento: 1,40m

Largura: 1,1m

Constante de proporção: 60kg/m<sup>2</sup>

$$P: 1,4 \times 1,1 \times 60 = \mathbf{92,4kg/m^2} \quad (3)$$

Esse é o peso a ser considerado da cabina simulando a pedra de mármore no momento de calibrar.

Figura 22 - Menu do pesador



Fonte: atlas Schindler, 200-?.

Importante conferir se vai aparecer na tela a informação “peso” em vermelho, após isso, a calibragem a vazio estará concluída.

### 3.4 CALCULO DO DESLIZE DOS CABOS DE TRAÇÃO

Em nenhum caso a taxa de aceleração a ser considerada deve ser menor que:

- 0,5 m/s<sup>2</sup> para casos normais;
- 0,8 m/s<sup>2</sup> quando são usados para-choques de percurso reduzido.

Conforme pesquisado, a norma pede que para as condições mínimas de atrito  
Para:

$$v=0$$

$$\mu=0,1$$

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}} \quad (4)$$

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{0}{10}} \quad (5)$$

$$\mu = \mathbf{0,1} \quad (6)$$

Para:

$$v=2$$

$$\mu=0,0833$$

pois:

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}} \quad (7)$$

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{2}{10}} \quad (8)$$

$$\mu = 0,0833 \quad (9)$$

Para:

$$v=4$$

$$\mu=0,0833$$

pois:

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}} \quad (10)$$

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{4}{10}} \quad (11)$$

$$\mu = 0,0714 \quad (12)$$

Para:

$$v=6$$

$$\mu=0,0625$$

pois:

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}} \quad (13)$$

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{6}{10}} \quad (14)$$

$$\mu = 0,0625 \quad (15)$$

Para:

$$v=8$$

$$\mu=0,0555$$

pois:

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}} \quad (16)$$

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{8}{10}} \quad (17)$$

$$\mu = 0,0555 \quad (18)$$

Para:

$$v=8,4 \text{ m/s}$$

$$\mu=0,0543$$

pois:

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}} \quad (19)$$

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{8,4}{10}} \quad (20)$$

$$\mu = 0,0543 \text{ m/s} \quad (21)$$

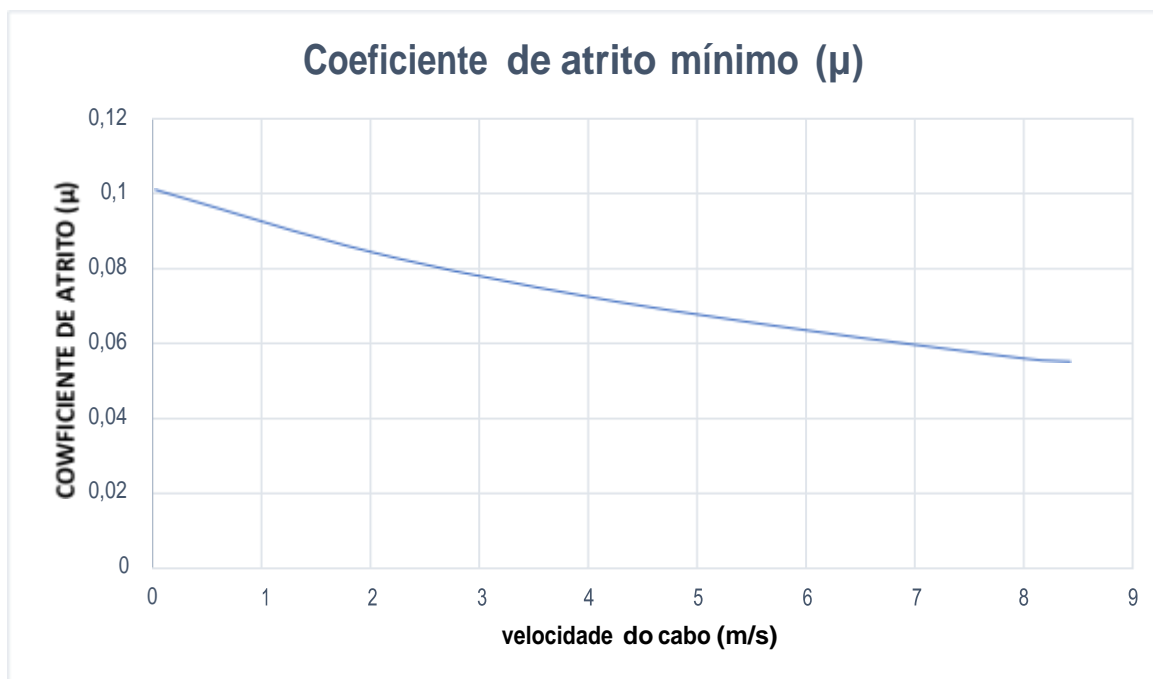
onde:

$\mu$  = coeficiente de atrito;

$v$  = velocidade do cabo com o carro na velocidade nominal.



Gráfico 1 - Coeficiente de atrito x velocidade nominal cabo



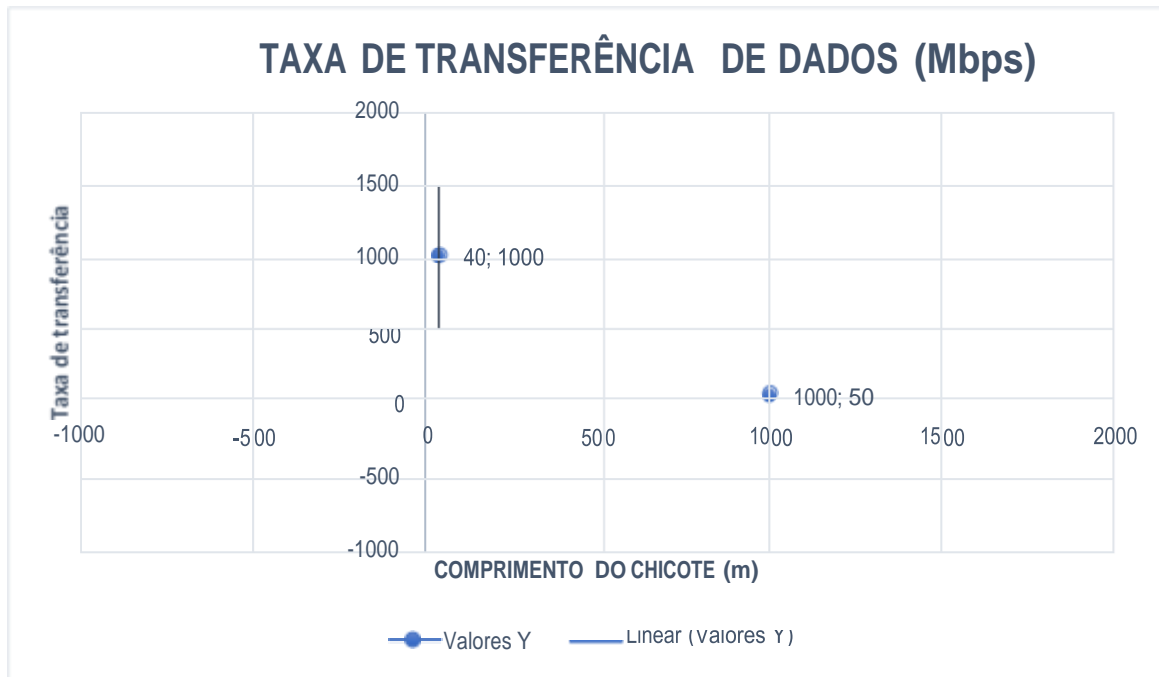
FONTE: AUTOR, 2019.

Conforme pesquisado, o gráfico comprova que, conforme o aumento gradativo da velocidade dos cabos, menor é o coeficiente de atrito, isso se dá ao fato dos metais apresentarem características de deslize.

### 3.5 TAXA DE TRANSMISSÃO COMUNICAÇÃO CAN

Conforme gráfico 2, a taxa de transmissão está diretamente proporcional ao comprimento dos cabos, onde a maior taxa de transmissão possível é 1Mbps para um barramento de 40 metros. (DE ALMEIDA GUIMARÃES, 2002, p2.).

Gráfico 2 - Taxa de transferência de dados



FONTE: ADAPTADO DE DE ALMEIDA GUIMARÃES, 2002.

### 3.6 AMARRAÇÃO DA LINHA DE SEGURANÇA

A linha de segurança funciona em 24v, e sua “amarração” tem que ser pôr norma em série, caso um dispositivo não tenha tensão em seu contato, o elevador não irá partir. A tabela 3 mostra os principais dispositivos da linha de segurança.

—

Tabela 3 - Dispositivos de segurança

Segurança de casa de máquinas (P1)	Segurança de poço (P3)	Segurança de caixa de corrida (T2)
Contato do regulador	Contato do pistão	Contato da porta de cabina
Contato do volante	Contato da polia tensora	Contato da porta de pavimento
Porta do alçapão	Contato do botão stop	Botão stop
	Contato do freio	Aparelho de segurança

Fonte: autor, 2019.

### 3.7 CAMPO MAGNÉTICO NO FREIO DA MÁQUINA

O freio da máquina é totalmente acionado por um campo magnético uniforme, a corrente que circula no interior da bobina faz com que os dois lados do freio sejam comprimidos a partir do campo magnético gerado. A força e intensidade magnética é calculada pela seguinte equação:

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2R} \quad (22)$$

Dados da máquina:

$i$  (corrente) = 10,7A

$R$  (raio da polia) = 200mm

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10,7}{2 \cdot 200 \times 10^{-3}} \quad (23)$$

$$B = 8,8 \cdot 10^{-6} \text{ Tesla} \quad (24)$$

O campo atuante no interior do núcleo da bobina no momento em que o freio abre é aproximadamente  $8,8 \cdot 10^{-6}$  Tesla, a frenagem não acontece de maneira instantânea, até o momento zero da cabina demora certa de alguns milissegundos.

### 3.8 SENSORES

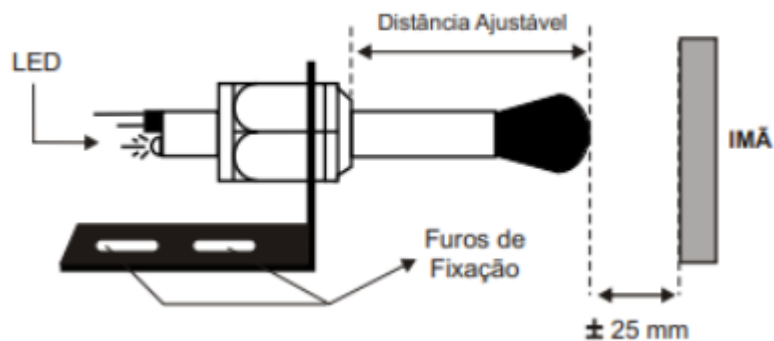
Os sensores são os principais responsáveis para uma parametrização precisa na viagem do equipamento, sempre que o elevador para nos pavimentos, significa que ele encontrou um dispositivo de parada naquele andar.

#### 3.8.1 SENSOR DE PAVIMENTO (CANETA)

O sensor fecha (ou abre) seu contato posicionada internamente conforme detecta a presença de um campo magnético que é emitido pelo ímã de pavimento preso nas guias, tal acionamento é obtido a caneta (sensor) fica na posição frontal do

ímã fixado a sua frente; a distância mínima aconselhável é de 25 mm (conforme mostrado na figura 23).

Figura 23 – Sensor caneta



Fonte: ELEVATEC, 200-?.

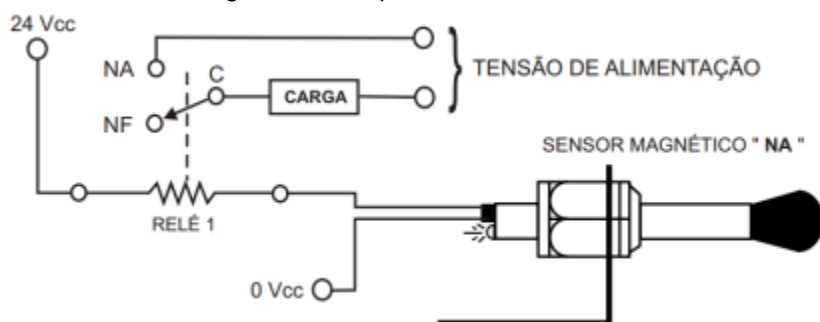
Na tabela 2 podemos analisar a tensão e funcionamento do contato elétrico.

Tabela 4 – Sensor caneta

TIPO	FUNCIONAMENTO	TENSÃO
NA	FORA DO ÍMÃ	24 V
NF	DENTRO DO ÍMÃ	24V

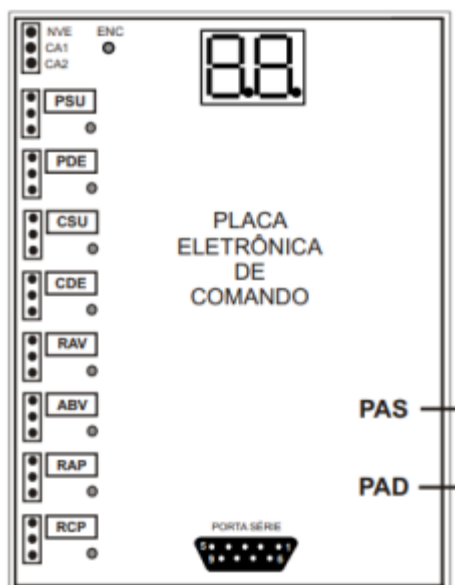
Fonte: adaptação autor (2019).

Figura 24 – Esquema sensor caneta



Fonte: ELEVATEC, 200-?.

Figura 25 – Placa de comunicação serial CAN



Fonte: ELEVATEC, 200-?.

A placa da figura 25 e o sensor caneta mantem uma comunicação gerenciada pelo protocolo CAN, essa comunicação ocorre de maneira direcional e instantânea.

### 3.8.2 ENCODER

Esse sensor é normalmente posicionado na frente do eixo do motor conforme figura, para que a contagem de pulsos seja mais precisamente possível.

Em máquinas de tração de elevadores mais tecnológicos, o encoder (Figura 26) usado deve contar no mínimo 2058 pulsos, quanto mais pulsos, maior a precisão, na figura 27 está especificado as características elétricas do sensor.

Figura 26 – Encoder



Fonte: kubler, 2019.

Figura 27 – Data sheet do encoder

Standard optical	Sendix Base KIS50 / KIH50 (shaft / hollow shaft)		Push-pull / RS422 / Open collector		
<b>Electrical characteristics</b>					
<b>Output circuit</b>	RS422 (TTL compatible)	RS422 (TTL compatible)	Push-pull	HTL/TTL universal	Open collector (7273)
Order code	1	4	5	2	3
<b>Power supply</b>	5 ... 30 V DC	5 V DC ( $\pm 5\%$ )	10 ... 30 V DC	4.7 ... 30 V DC	5 ... 30 V DC
<b>Power consumption (no load)</b>	typ. 40 mA max. 90 mA	typ. 40 mA max. 90 mA	typ. 50 mA max. 100 mA	typ. 50 mA max. 100 mA	100 mA
<b>Permissible load / channel</b>	max. +/- 20 mA	max. +/- 20 mA	max. +/- 20 mA	max. +/- 20 mA	20 mA sink at 30 V DC
<b>Pulse frequency</b>	max. 300 kHz	max. 300 kHz	max. 300 kHz	max. 300 kHz <sup>1)</sup>	max. 300 kHz
<b>Signal level</b>	HIGH LOW	min. 2.5 V max. 0.5 V	min. +V - 1.0 V max. 0.5 V	min. +V - 2.0 V max. 0.5 V	
<b>Rising edge time <math>t_r</math></b>		max. 200 ns	max. 1 $\mu$ s	max. 1 $\mu$ s	
<b>Falling edge time <math>t_f</math></b>		max. 200 ns	max. 1 $\mu$ s	max. 1 $\mu$ s	
<b>Short circuit proof outputs <sup>2)</sup></b>	yes <sup>2)</sup>	yes <sup>2)</sup>	yes	yes	yes
<b>Reverse polarity protection of the power supply</b>	yes	no	yes	no	no
<b>CE compliant acc. to</b>	EMC guideline 2014/30/EU RoHS guideline 2011/65/EU				

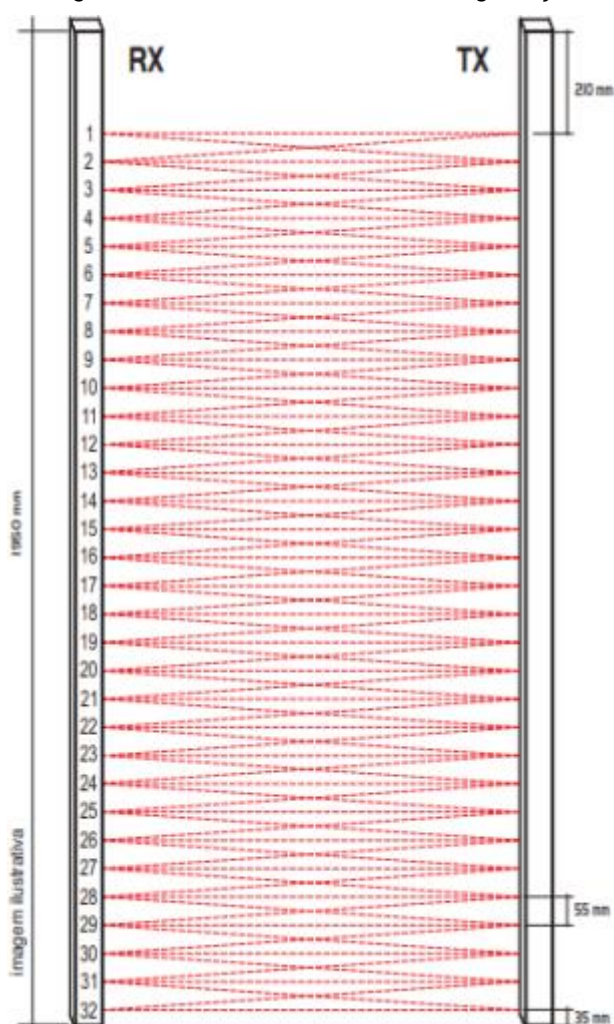
Fonte: kubler, (2019).

Conforme figura 27, podemos ver detalhadamente cada sinal que o encoder emite interface, normalmente esse sensor tem um range de medição bem precisa, para que qualquer pulso que saia do intervalo padrão seja identificado.

### 3.9. BARREIRA ELETRÔNICA

A barreira eletrônica (Figura 28) é o sensor da porta de cabina responsável por fazer com que tanto a porta de pavimento quanto a de cabina fique aberta caso detecte a presença de um corpo entre sua faixa de medição, além de servir para o fechamento da porta de cabina, ela serve com segurança, já que ela impede que a folha de porta se choque com o usuário que esteja entrando na cabina.

Figura 28 – Barreira eletrônica de segurança



Fonte: sectron, 2019.

Tabela 5 – Especificações da barreira eletrônica

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
Tensão de Alimentação AC	110VAC/220VAC (58 a 62 Hz)
Potência Consumida	5w
Fusível (módulo opcional)	fusível rápido 250 V 100 mA
Peso da caixa	0,5kg
Posição de Funcionamento	Ambas
Temperatura Ambiente para Funcionamento	0 a 60° C
Temperatura de Armazenamento	- 25 a 60° C
Sinal de Saída (módulo opcional)	LD1 – VOK LD2 – Normal

Fonte: autor, 2019.

### 3.10. PARAMETROS DOS SENSORES E DISPOSITIVOS

Conforme Figura 29, podemos analisar os parâmetros para cada modelo de máquina, essa tabela é usada para “setar” as placas, todos os valores vistos são os que o elevador irá usar para partir.

É importante que seja tomada atenção máxima na hora de inserir os valores, caso seja usado valor diferente, será afetado além do conforto, a segurança do equipamento.



Figura 29 - Tabela de parâmetros

Máquina GTW-2 Modelo/ Velocidade	61P7 90m/min	61P7 105m/min	81P7 60m/min	81P7 90m/min	81P7 105m/min	101P0 60m/min	101P7 90m/min	101P7 105m/min
Nº Passageiros	8	8	10	10	10	13	12/14	12/14
Potência	7,9	7,9	9,6	9,6	9,6	6,7	11,7	11,7
<b>MENU VEL:</b>								
Tp_curv:	23 a 26	26,6	19 a 23	23 a 26	26,6	19 a 23	23 a 26	26,6
Rpm_nive:	1,2	1,2	1	1,2	1,2	1	1,2	1,2
Rpm_manut:	16	16	10	16	16	10	25	25
Rpm_max1v:	95	95	96	95	95	96	95	95
Rpm_max2v:	143	167	96	143	167	96	143	167
Rpm_max3v:	143	167	96	143	167	96	143	167
Rpm_max4v:	143	167	96	143	167	96	143	167
Rpm_max5v:	143	167	96	143	167	96	143	167
<b>MENU AJUSTE:</b>								
Rpm_sinc:	167	167	167	167	167	96	167	167
Freq_placa:	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	16	27,8	27,8
I_nom:	18	18	21,8	21,8	21,8	15,7	26,7	26,7
V_nominal:	380	380	380	380	380	380	380	380,0
Posi_la:	<150	60	<150	<150	<150	<150	60	60
Posi_porta:	0	0	0	0	0	0	0	0
Selecao D/A:	1	1	1	1	1	1	0,1	0,1
Sentido maq:	0 ou 1	0 ou 1	0 ou 1	0 ou 1	0 ou 1	0 ou 1	0 ou 1	0 ou 1
Offset_cel:	Tela 4 TLS	Tela 4 TLS	Tela 4 TLS	Tela 4 TLS	Tela 4 TLS	Tela 4 TLS	Tela 4 TLS	Tela 4 TLS
Ganho_cel:	Ajustar	Ajustar	Ajustar	Ajustar	Ajustar	Ajustar	Ajustar	Ajustar
lqs_max:	Ajustar	Ajustar	Ajustar	Ajustar	Ajustar	Ajustar	Ajustar	Ajustar
Pulsos_enc:	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
<b>MENU PID:</b>								
Ki_slip:	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Ganho_inercia:	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Kp_slip:	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Kp_vs:	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>MENU LIM LINEAR:</b>								
Vel_elevador:	90 m/min	105 m/min	90 m/min	90 m/min	105 m/min	60 m/min	90 m/min	105 m/min

Fonte: Scribd, 2019.

Após ser inserido os parâmetros mostrados na figura acima, seguido a velocidade e modelo, o elevador poderá trafegar em velocidade nominal de forma segura e com conforto adequado.

### 3.11. CÓDIGOS DE FALHA DA MCINV

Após ter parametrizado o equipamento, é importante ressaltar que o equipamento está sujeito a diversos tipos de erros, falhas e de erros de parametrização, isso pode ocorrer por diversos fatores: sobre tensão, sobre corrente e sobrecargas nas placas. Sabendo disso, é importante saber que a placa MCInv tem um display que mostrar códigos, esses códigos são interpretados pelo técnico para poder solucionar de forma mais eficaz e rápida o problema, o manual abaixo mostrar alguns erros de parâmetro.

Figura 30 - Manual mcinv

Código de falhas no display	Código TLS	Descrição
E0 - Falha na fase EU E1 - Falha na fase EV E2 - Falha na fase EW	E670 E669 E668	Unidade IGBT informa que está com falha, reduzindo a tensão nos pinos 2 ou 5 do conector CN9, ou no pino 2 do conector CN11 para valores inferiores a 12V, nestes sinais (esta queda é rápida e não pode ser medida com multimetro). Provável curto-circuito nos cabos do motor, tensão 15VD abaixo de 13,5V. O MCINV detecta estes erros através dos sinais E0 (EU), E1 (EV) e E3 (EW);
E3 - Falha de fase IN (fases R, S e T)	E714	Falta de alguma fase de entrada da rede elétrica ou fusível ultrarrápido queimado. O MCINV verifica a tensão de rede através dos pontos RE, SE e TE; localizados nos pinos 2, 4 e 6 do conector CN2;
E4 - Falha de carga	E672	Tensão do link DC não alcançou 80% do valor nominal de tensão. Os resistores de frenagem podem estar ligados entre IN+ e IN-. Fusível ultrarrápido aberto ou resistores de pré-carga abertos. O MCINV verifica a tensão do link DC através dos pontos IN+ e IN-; Outra condição para o E4 é quando a tensão de link não atingir 103,8 segundos em 500ms após a placa ser ligada.
E5 - Falha de subtensão	E643	Tensão do link DC baixou até o limite aceitável de funcionamento da unidade IGBT. Verificar item 8.7 deste manual. O MCINV verifica a tensão do link DC através dos pontos IN+ e IN-; localizados nos pinos 1 e 4 do conector CN1.
E6 - Falha de sobre tensão	E629	Tensão do link DC ultrapassou o limite aceitável de funcionamento da unidade IGBT. Verificar item 8.7 deste manual. O MCINV verifica a tensão do link DC através dos pontos IN+ e IN-; localizados nos pinos 1 e 4 do conector CN1.
E7 - Falha do IGBT de frenagem	E641	Provável curto-circuito no IGBT de frenagem ou nos resistores de frenagem. O MCINV detecta este erro através do sinal EF;
EB - Falha de Encoder	E690	MCINV não detecta pulsos do Encoder quando o motor deveria estar se movimentando, ou seja, RPM real=0;
EB - ERRO ENCODER A/B	E689	Se a velocidade medida em 1ms for maior que 10% da rpm síncrona para motores AC Assíncronos Gearless ou rpm nominal para as demais configurações de motor, o erro será gerado;
EA - Falha de sinais	E673, E827, E646	Falha de START, RED ou P28. MCP retirou algum destes sinais durante o movimento do elevador; Conector INT6S para módulo MCINV6S e conector CN12 do módulo MCINV5SL.
EC - Falha na segurança de poço	E819	Falha na linha de segurança do QC. MCINV verifica se há tensão de 24V no ponto T24+. Se T24+= 0V, este erro é apresentado;
EE - Falha na segurança do QC	E820	Falha na segurança do termostato da unidade IGBT ou no relé térmico (caso exista) dos resistores de frenagem. MCINV verifica se há tensão de 24V no ponto 101. Se 101= 0V, este erro é apresentado;
EF - Falha de sub, sobre velocidade, sobre velocidade nbk	E691, E828, E694	MCINV verifica a diferença de RPM entre a curva padrão e a curva real. Caso essa diferença seja maior que 20%, então este erro é gerado. Provável ruído no cabo ou sinais do Encoder. Pode ser a sequência de fases do motor invertida ou freio não abre totalmente. Verificar o ajuste dos ganhos PID e os tempos do menu VEL.

Fonte: Scribd, 2019.

Essa é a maneira mais fácil de identificar um defeito ou falha no equipamento, caso não tenha em mãos o manual, a interpretação será feita por medição de pontos de tensão.

Na Figura 31 é possível identificar no manual algumas nomenclaturas dos diversos contatos que abrangem diversos modelos de máquinas, desde a máquina em questão, até máquinas com velocidade superior.

Figura 31 - Manual de nomenclaturas

### Nomenclatura do comando Ac-2 ST 5100 Sur



**GOV** - Contato elétrico do regulador de velocidade  
**FUL**- limite final de subida  
**FDL**-Limite de Descida  
**EFP**- Emergência fundo de poço  
**GCE**- Chave geral em cima da cabina  
**CPS**- Contato elétrico da porta de emergência  
**GRS**- Contato elétrico de aparelho de segurança  
**CPF**- Contato do bulbo térmico  
**NPR** -Relé de reversão de fase  
**10CR**-Relé do motor de baixa velocidade  
**20CR**-Relé térmico do motor de alta velocidade  
**KS**-Contato de confirmação de fechamento de porta de pavimento (palheta)  
**GS**-Contato de confirmação de fechamento de porta de cabina  
**DS**- Contato de confirmação de engate de trinco  
**SD2U/SD2D**- Limite de interrupção de marcha (parada)subida/descida  
**#1**- Chave magnética de subida  
**#2**- Chave magnética de descida  
**#3** Chave magnética de baixa velocidade  
**#4** Chave magnética de alta velocidade  
**SD1U/SD1D**-Limite de redução de subida/descida  
**ZIRU/ZIRD**-Chave de indução de parada de subida/descida  
**IIRU/IIRD**- Chave de indução de redução de subida/descida  
**FM**-Freio magnético do operador de porta  
**FAP**-Contatora auxiliar de abertura e fechamento de porta  
**RM**- Bobina de redução magnética do operador de porta  
**CRA**-Contato de redução de velocidade do motor operador na abertura  
**CRF** - Contato de redução de velocidade do motor do operador no fechamento  
**#11**-Chave de curto- circuito de banco de resistores em baixa velocidade  
**01C**-Contato da primeira redução de velocidade do motor do operador de abertura(caixa de Cames)  
**02C**-Contato de segunda redução de velocidade do motor operador na abertura  
**0MC**- Contato de redução de velocidade na rampa articulada(caixa de cames)  
**C1C**-Contato da primeira redução de velocidade do motor operador no fechamento (Caixa de Cames)  
**C2C**-Contato de segunda redução de velocidade do motor operador no fechamento (Caixa de Cames)  
**OTL**-Contato de fim de curso da abertura de porta (Caixa de Cames)  
**Z1**-Contatora do operador para abrir porta  
**Z2**-Contatora do operador para fechar porta  
**BOMB**-Chave do Bombeiro  
**FP**-Botão fechar porta  
**SDE**-Contato elétrico de régua de segurança  
**AP**-Botão abre porta  
**CFE**-contato elétrico da fotocélula  
**4SWA/B**-Contato elétrico do dispositivo lotado 80%  
**4SCA/B**-Contato elétrico de excesso de carga 100%  
**AUTO**-Chave cabineiro  
**S**-Botão sobe  
**D**-Botão desce  
**L**-Botão Lotado  
**EL**-Relé da fonte para luz de emergência  
**SWA**-Chave geral no quadro de comando

Fonte: Scribd, 2019.

#### **4. CONCLUSÃO**

Este trabalho teve a proposta de entender o processo de instalação de elevadores em obras novas, visando as normativas e entender o funcionamento detalhado de cada dispositivo, assim, podendo mostrar em gráficos e tabelas o desempenho dos mesmos.

Cada dispositivo tem um funcionamento específico, os sensores são responsáveis por parametrizar a rota do elevador sem que burle a segurança do mesmo. Os contatos de segurança serão arranjados em série para que não haja acidentes.

Após realizar esse estudo, foi possível chegamos a seguinte conclusão, entender o processo de instalação de elevadores é fundamental para o entendimento de qualquer máquina que seja acionada por campo magnético e seja projetada para gerar movimento. Além de dos aspectos técnicos da montagem, outro item analisado na revisão, foi as normas de segurança, todo serviço em altura deve prezar redundâncias de segurança e utilizar todos os itens que as normas especificam.

## 5. REFERENCIAS

ELEVADORES, Thyssenkrupp. **Máquinas de tração**. 2017. Disponível em: <[www.thyssenkruppelevadores.com.br](http://www.thyssenkruppelevadores.com.br)>. Acesso em: 02 maio 2019.

SCHINDLER, Atlas. **Máquina de Tração**. 2010. Disponível em: <<https://www.schindler.com/content/dam/web/br/>>. Acesso em: 20 maio 2019.

SCHINDLER, Atlas. **Máquinas de tração sem engrenagens para elevadores de alta velocidade**. 2010. Disponível em: <<https://www.schindler.com/br/internet/pt/sobre-atlas-schindler/download-center.html>>. Acesso em: 20 maio 2019.

SCHINDLER, Atlas. **Manual de Transporte Vertical em Edifícios**. Disponível em: <<https://www.schindler.com/br/internet/pt/sobre-atlas-schindler/download-center.html>>. Acesso em: 21 maio 2019.

OTIS. **Manual do Usuário Instruções do elevador**. Disponível em: <<https://www.otis.com/pt/br/projetos/grandes-projetos-globais/>>. Acesso em: 26 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 207**: Elevadores elétricos de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores com maquinaria dentro da caixa. Rio de Janeiro: Abnt, 2007. 32 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NR 6**: NR 6 – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL. 194/2006 ed. [s.l.]: Nbr, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NR 18**: NR 18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. 157/2006 ed. [s.l.]: Nbr, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NR 35**: NR-35 TRABALHO EM ALTURA. 313/2012 ed. [s.l.]: Nbr, 2012.

ELEVATEC. **SENSOR MAGNÉTICO E SUAS APLICAÇÕES**. Disponível em: <<http://www.casadoelevador.com.br/>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

KÜBLER. **Incremental encoders**. 2019. Disponível em: <<https://www.kuebler.com/en/>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

D'AGRELLA FILHO, Manoel Souza. **A FÍSICA DO MAGNETISMO: CAMPOS MAGNÉTICOS**. Disponível em: <<http://fma.if.usp.br/>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

KOSOW, Irving L.. **MÁQUINAS ELÉTRICAS E TRANSFORMADORES**. Porto Alegre: Editora Globo, 1979.

SANTOS, Guilherme Gomes dos; SILVA, Hédipo José Ribeiro e. **ESTUDO PARA O GERENCIAMENTO DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE ELEVADORES**. 2018. 72 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

SCRIBD. **Nomeclatura Thyssen, Sur Atualizada**. Disponível em:  
<<https://pt.scribd.com/doc/140315591/Nomeclatura-Thyssen-Sur-Atualizada>>.  
Acesso em: 27 nov. 2019.