

Desenvolvimento do protótipo de um carrinho de mão motorizado para uso na construção civil em obras de pequeno porte a fim de facilitar o transporte de cargas.

Tiago Inácio Luiz¹
tiagoinaluiz@hotmail.com
José Nildo da Cunha²
jose.nildo.jnc@gmail.com

Professora orientadora: Michela Steluti Poleti Faria

Coordenação de curso de Engenharia Civil

Resumo

Este projeto consiste na elaboração de um AGV (Veículo Auto Guiado), que substituirá o trabalho manual e o esforço físico feito pelo trabalhador da construção civil, e também carregará carga como: areia, cimento, concreto, brita, tijolos, saibro, telhas, entre outros materiais, com mais rapidez e eficiência. O Mec Truck Cargo tem a função de levar materiais de um local para o outro, como um carrinho de mão onde pode carregar e descarregar materiais pesados. O robô foi programado através do CLP (Controlador Lógico Programável) que tem a função de levar o material de um ponto ao outro pelo percurso programado. As pesquisas foram feitas através de livros e artigos, sendo grande parte deste último em busca na internet (google acadêmico). Com base nisso, os resultados da pesquisa foram de suma importância na elaboração e desenvolvimento do protótipo, auxiliando de forma direta os estudos e apresentação final do AGV. Na parte prática, foi desenvolvido o veículo auto guiado em uma escala reduzida, em comparação com o carrinho de mão tradicional, significa dizer que sua dimensão atingiu uma escala aproximado de um quarto do tamanho real. Levando isso em consideração, o robô demonstrou bons resultados. Foi capaz de transportar cerca de 5 Kg de areia no percurso de uma distância pré programada. Sua capacidade e autonomia foram muito eficientes, seu tempo de uso para os testes iniciais superou as expectativas, atingindo 2,5 horas de operação com folga. Foi capaz de desempenhar as mesmas funções do tradicional carrinho de mão de uma forma automatizada. Preservando as energias do trabalhador, evitando sua exposição às intempéries da natureza poupando essa energia para uma atividade que não exija tanto esforço físico.

Palavras-chave: Construção civil, Programação.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta o projeto e as etapas de desenvolvimento de um AGV (Veículo Auto Guiado) que foi desenvolvido para a utilização na construção civil, para carregamento de materiais de diversos tipos como: areia, saibro, brita, barro, entre outros materiais. O veículo tem a função de substituir o carrinho de mão, a fim de evitar esforços físicos do trabalhador, carregar mais peso com maior eficiência e rapidez e melhor locomoção por ser composto de esteiras.

A programação foi feita para o AGV percorrer certa distância e despejar o material, e posteriormente voltar a sua posição inicial. No programa foram utilizadas algumas ferramentas como: contador, temporizador e comparador. Na parte mecânica foi utilizada uma base de metal. Além disso, foram feitos os encaixes para os eixos nos três motores, que servem para a locomoção do robô e levantamento da caçamba, também foi feita a fixação de parafusos para a contagem das rotações. Na montagem elétrica foram utilizados seis

¹ Graduando Engenharia Civil – Unisociesc.

² Graduando Engenharia Civil – Unisociesc.

contatores, dois disjuntores, fim de curso, um sensor indutivo, dois botões travas, duas lâmpadas, duas botoeiras, oito LED's (apêndice D) e um CLP S7-200.

Este equipamento foi desenvolvido no intuito de diminuir o esforço exercido pelos trabalhadores da construção civil, tornando todo este processo muito mais cômodo, com mais agilidade e eficiência. Ele contribui para todo o processo produtivo das obras, facilitando a locomoção dos materiais e evitando possíveis acidentes de trabalho. O carrinho é controlado automaticamente onde terá mais facilidade para o pedreiro e/ou servente utilizá-lo. É preciso somente encher o carrinho, pois o mesmo levará a carga até o local destinado para fazer a descarga, terá a facilidade de se locomover em difíceis acessos e em diversos terrenos.

Este veículo facilitará o deslocamento de cargas que podem ser pesadas ou meramente incômodas.

Em função do processo de transporte de materiais na construção civil ser manual, o trabalhador sofre muito com esforço repetitivo e desgaste físico. Além disso, movimentar os materiais manualmente é uma tarefa que oferece riscos aos operadores. De que forma a tecnologia da automação pode contribuir com este processo?

Assim, o objetivo principal deste trabalho é desenvolver o protótipo de um carrinho de mão motorizado para uso na construção civil em obras de pequeno porte a fim de que possa facilitar o transporte de cargas dentro deste ambiente de trabalho. Automatizar o processo da construção civil, substituindo o tradicional carrinho de mão é a sua principal função, tornando todo o procedimento mais rápido e menos trabalhoso.

2. DESENVOLVIMENTO

Nos itens a seguir serão apresentadas as fundamentações teóricas para o entendimento do trabalho. Assim, no primeiro subcapítulo será apresentado os tipos de equipamentos de movimentação de carga, no segundo item os conceitos dos métodos de prototipagem.

2.1 EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA

Os equipamentos de movimentação de carga são equipamentos e máquinas, manuais ou automatizados, utilizados para mover cargas intermitentes, em diversos percursos com a distância variada e superfícies e espaços apropriados, em que a principal função é transportar e manejar cargas como materiais e outros equipamentos. Conforme a (NR-11 – Portaria MTPS 505/16) os tipos de equipamentos de movimentação de cargas são:

- a) Veículos industriais;
- b) Equipamentos de elevação e transferência;
- c) Transportadores contínuos;
- d) Embalagens;
- e) Recipientes e unitizadores; e
- f) Estruturas para armazenagem.

Para o desenvolvimento desse artigo o foco será nos veículos industriais, tendo os principais tipos de equipamentos como ascensores, autocarrinhos (AGV), elevadores de carga, guindastes, monta-carga, pontes-rolantes, talhas, empilhadeiras, “tem seus dimensionamentos calculados conforme as especificações de forma que garanta a resistência e segurança desde que conservados em perfeitas condições de trabalho”. (NR-11 – Portaria MTPS 505/16).

2.1.1 Carrinho de mão

“Carrinho de mão é o nome dado a uma espécie de transporte usado para carregar pesos, areia ou terra em alguns tipos de construções” (COMITÊ NACIONAL, 2001, p.25) que caracteriza um veículo de uma roda, empurrado por uma pessoa, para pequenas cargas em trechos curtos. conforme a Figura 1.

Figura 1 - Carrinho de mão



Fonte: Rocha & Brito (2022).

2.1.2 Empilhadeiras

As empilhadeiras são fundamentais para as empresas tanto especializadas em logística como em outros segmentos, tendo uma função básica e que faz a diferença no processo de movimentação, içamento de carga e descarga, sem a necessidade de aplicação dos esforços humano. (NAVARRO, 2012)

No transporte de uma carga é representado pelo deslocamento da mesma seguindo um roteiro e uma rota com um objetivo específico. Exemplo de empilhadeira na figura 2.

Figura 2 - Empilhadeira



Fonte: João Pinotti (2021).

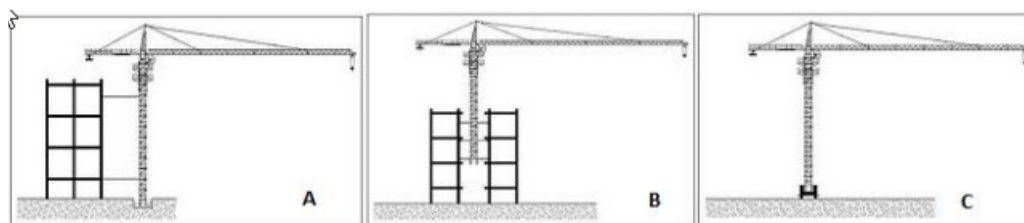
2.1.3 Guindastes

Os guindastes são equipamentos de içamento de cargas que são montados sobre um veículo e possuem uma lança conectada à base do veículo que é projetada para adiante do equipamento e seus movimentos formam diversos ângulos com relação a um plano horizontal, variando sua inclinação permitindo o içamento de cargas em diferentes posições sobre o solo (Pinho, 2005).

2.1.4 Equipamento grua

Esses equipamentos auxiliam na elevação de cargas, seu funcionamento se dá através de ganchos suspensos por cabos, efetuando a movimentação da carga dentro do seu raio de atuação. Tem função de facilitar a mobilidade vertical e horizontal de cargas e materiais nos canteiros de obras, conforme a demanda do empreendimento, segundo (NAKAMURA, 2010). De acordo com Dias et al. (2017, p4) “uma ou mais máquinas simples geram um ganho mecânico, retirando a necessidade de esforço humano, e permitindo uma elevação maior com mais segurança, se utilizado corretamente”.

Figura 3 - Grua



Fonte: Pingon (2019).

2.1.5 Pinça

Geralmente utilizada com frequência na construção civil, ela pode ser desmontada mesmo sendo de grandes dimensões ou pesada. O formato desse tipo de guindaste é comumente treliçado, e possui um contrapeso que estabiliza o equipamento. (Pingon Elevadores e Gruas, 2019).

2.1.6 Pórtico

São mais usados em portos com o intuito de manobrar e descarregar grandes contêineres ou contentores. Têm força o suficiente para carregar até 12 contêineres de 20 metros cúbicos cada um, podendo até carregar mais em algumas situações. (Pingon Elevadores e Gruas, 2019).

2.1.7 Grua florestal

Essa tipologia de guindaste é utilizada para carregar toras de madeira em caminhões ou em carretas específicas, geralmente para a produção de papel e celulosa, carvão vegetal, e para o abastecimento de caldeiras. (Pington Elevadores e Gruas, 2019).

2.1.8 Munck

Também conhecido por guindaste rodoviário, é comumente empregado na construção civil, na montagem de estruturas metálicas, tanques e outros. Ele é montado geralmente sob caminhões de chassi. (Pington Elevadores e Gruas, 2019).

2.2 PROTÓTIPO

Abaixo foram estudadas as principais informações técnicas a serem utilizadas no desenvolvimento das etapas do protótipo. É importante o conhecimento de cada função e cada processo de controle.

2.2.1 CLP (Controlador lógico programável)

O CLP (Controlador Lógico Programável) é geralmente definido como o epítome de um computador industrial que contém *hardware* e *software* para executar funções de controle. (SILVEIRA; LIMA, 2003). Nesse projeto o modelo utilizado é o Siemens Simatic-S7-200, conforme visto na (figura 4), que foi programado para fazer a contagem da rotação do eixo e a movimentação da caçamba, além de fazer a inversão dos motores através do intertravamento.

Figura 4 - CLP



Fonte: Easy (2019).

Permitir facilmente diagnóstico de funcionamento ainda na fase de projeto do sistema e/o de reparos em falhas que venham a ocorrer durante sua operação. Pode ser instalado em cabines reduzidas devido ao pequeno espaço físico exigido. Operar com reduzido grau de proteção, pelo fato de não serem gerados faiscamento. Ser facilmente reprogramado sem necessidade de interromper o processo produtivo. Possibilitar a criação de um banco de armazenamento de programas que podem ser reutilizados a qualquer momento. Ter a capacidade de se comunicar com diversos outros equipamentos. Silveira e Santos (2006 p. 80)

Para compreender o que seja um PLC e do seu princípio de funcionamento são apresentados alguns conceitos associados que são de entrada de dados e de saída, para realizar

funções aritméticas, lógicas, de temporização, de contagem, etc. (NACARATTI; BARACHO; FIGUEIREDO; QUINTÃO, 2018).

Variáveis de Entrada: são sinais externos recebidos pelo PLC, os quais podem ser oriundos de fontes pertencentes ao processo controlado ou de comandos gerados pelo operador. Tais sinais são gerados por dispositivos como sensores diversos, chaves ou botoeiras, dentre outros. (SILVEIRA E SANTOS, 2006 p. 82).

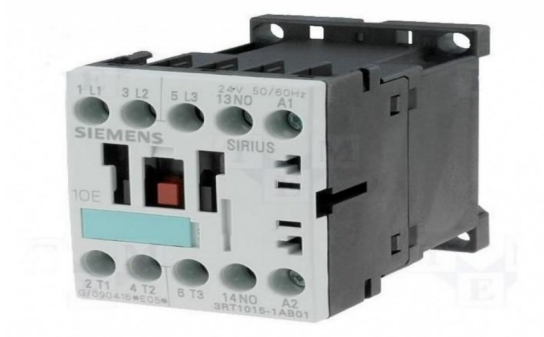
Variáveis de Saída: são os dispositivos controlados por cada ponto de saída do PLC. Tais pontos podem servir para a intervenção direta no processo controlado por acionamento próprio ou também para a sinalização de estado em painel sinótico. Podem ser citados como exemplos de variáveis de saída os contadores, válvulas, lâmpadas, displays, dentre outros. (SILVEIRA E SANTOS, 2006 p. 82).

Programa: sequência específica de instruções selecionadas de um conjunto de opções oferecidas pelo PLC em uso e, que irão efetuar as ações de controle desejada, ativando ou não as memórias internas e os pontos de saídas do PLC a partir da monitoração do estado das mesmas memórias internas e/ou dos pontos de entrada do PLC. (SILVEIRA E SANTOS, 2006 p. 82).

2.2.2 Contatores

Os contatores permitem o controle de elevadas correntes por meio de um circuito de baixa corrente. Contator é caracterizado como uma chave de operação não manual, eletromagnético, com uma única posição de repouso, capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito. É constituído de uma bobina que, quando é alimentada, cria um campo magnético no núcleo fixo que atrai o núcleo móvel que fecha o circuito. “Cessando a alimentação da bobina, é interrompido o campo magnético, provocando o retorno do núcleo por molas. Assim, podemos distinguir as quatro principais partes de um contator: bobina, núcleo de ferro, contato e mola.” (FRANCHI, 2008, p. 134). Foram utilizados seis contatores para fazer a ligação dos motores e a inversão da sua rotação (apêndice D), estes contatores são da fabricante Siemens, Modelo: AC-15: 6A 220/230 V 3NO+1NC DC 24 V. Exemplo na figura 5.

Figura 5 - Contatores



Fonte: Siemens (2017).

2.2.3 Sensores

Sensores podem ser definidos como equipamentos que são sensíveis a grandezas físicas e que possibilitam a malha fechada em sistemas industriais automáticos.

"Sensor: Termo empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza que precisa ser medida, como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, etc." (THOMAZINI, 2005 p. 17).

Sensores são dos mais variados tipos como os de presença, posição, velocidade, aceleração, temperatura, pressão, nível, vazão, grandezas elétricas (tensão, corrente e potência).

2.2.3.1 Sensores Analógicos

Partindo de Thomazini (et. al.2005 p. 18) “os sensores são considerados analógicos quando assumem qualquer valor da saída dentro da sua faixa de operação. As grandezas que obedecem a essa condição são: pressão, temperatura, velocidade, umidade, vazão, força, ângulo, distância, torque e luminosidade.”

2.2.3.2 Sensores Digitais

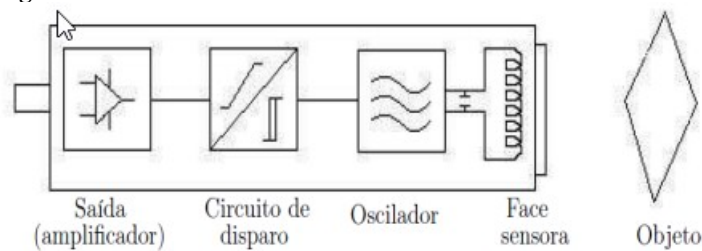
Diferentemente dos analógicos – os que assumem qualquer valor ao longo do tempo – os sensores digitais assumem, internamente, duas grandezas: nível lógico um ou zero. Um sensor digital simples é aquele que possui duas respostas distintas. Utilizamos como padrão um nível lógico alto com uma tensão de 5V (ou próxima) e um nível lógico baixo uma tensão de aproximadamente 0 V. “Também é recomendado que os valores de tensão sejam próximos de 5V e 0V, pois valores intermediários podem causar certa confusão nos sistemas digitais.” Partindo de Thomazini (et. al.2005 p. 18)

2.2.3.3 Sensores Indutivos

O sensor indutivo será utilizado para a contagem de voltas que serão dadas no eixo do motor, sendo controlado através do contator que estará na programação do CLP.

Segundo Thomazini (et. al., 2005 p. 41), “o sensor indutivo é um dispositivo de proximidade sem contato que utiliza um campo de frequência de rádio com oscilador e uma bobina.” Se um objeto metálico se aproxima da face do sensor, são geradas correntes de redemoinho. As perdas resultantes tiram energia do circuito oscilador, reduzindo as oscilações. O comparador de sinal atrás do CLP converte essa informação em um sinal claro. A medida de proximidade, posição e deslocamento de objetos são essenciais em muitas aplicações diferentes: posição de válvula, detecção de nível, controle de processo, controle de máquina, segurança, etc. conforme figura 6.

Figura 6 – Sensor indutivo



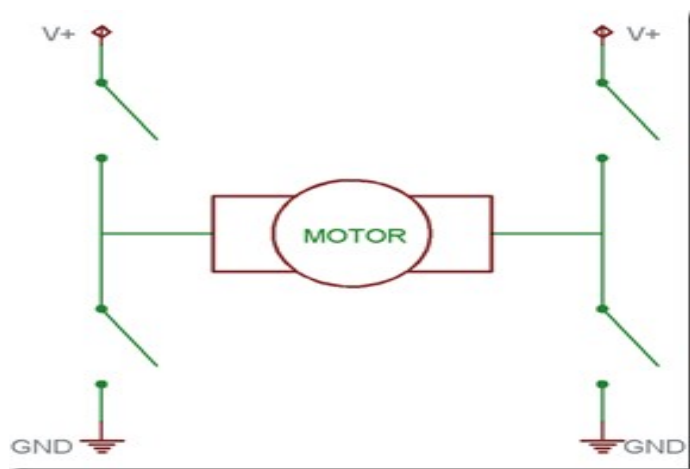
Fonte: Marcelo Mazzaroppi (2007).

2.2.4 Motor Elétrico

Os motores ficam ligados através dos contatores, que estarão ligados em um circuito chamado de "Ponte H" para fazer a inversão da rotação. Este circuito foi utilizado para fazer a inversão dos contatos do motor mudando a sua rotação (apêndice B). Ele também tem a função de não deixar fechar curto entre os contatos do motor. Foram utilizados três motores para fazer a movimentação do AGV, sendo um deles somente para o levantamento da caçamba e os outros dois para a locomoção. Estes motores são de (CC) e estão ligados em uma fonte ou bateria de 12V. Conforme figura 7. E diante disso é importante ressaltar que:

Motor elétrico é dispositivo que transforma energia elétrica em energia mecânica, em geral, energia cinética, ou seja, num motor, a simples presença da corrente elétrica, seja contínua ou alternada, garante movimento em um eixo, que pode ser aproveitado de diversas maneiras, dependendo da aplicação do motor. O acionamento de máquinas e equipamentos mecânicos por motores elétricos é um assunto de grande importância econômica. Estima-se que o mercado mundial de motores elétricos se todo o tipo seja da ordem de uma dezena de bilhões de dólares por ano. No campo dos acionamentos industriais, avalia-se que de 70 a 80% da energia elétrica consumida pelo conjunto de todas as indústrias seja transformada em energia mecânica por motores elétricos. (Franchi, 2008, p 17).

Figura 7 – Esquema elétrico



Fonte: Franchi (2008)

2.2.5 Disjuntor

Disjuntores são simultaneamente dispositivos de proteção e manobra, exercendo as seguintes funções. São empregados para efetuar a proteção elétrica do circuito com a detecção de sobrecorrentes e da abertura do circuito, permitem comandar, por meio da abertura e fechamento voluntário sob cargas, seus respectivos circuitos em que são instalados. Foram utilizados dois Disjuntores para manter a segurança do circuito, sendo um circuito de 12V e outro de 24V, para evitar acidentes de sobrecorrentes no circuito elétrico.

Os Disjuntores possuem como via de regra dois níveis de proteção. Conforme figura 8.

- Contra sobrecorrentes pequenas e moderadas através de disparadores magnéticos ou térmicos;
- Contra correntes de curto circuito através de disparadores eletromagnéticos."(FRANCHI, 2008 p. 132)

Figura 8 - Disjuntor



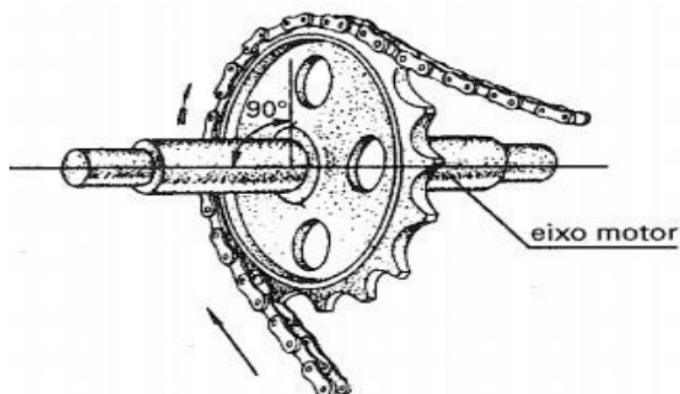
Fonte: Siemens (2012).

2.2.6 Engrenagem

As engrenagens estão fixadas no motor servindo para tracionar a correia, dando a movimentação necessária para fazer a locomoção do AGV. Conforme figura 9.

A engrenagem é um elemento mecânico composto de rodas dentadas que se ligam a um eixo, o qual imprime movimentos. Muitas vezes as engrenagens são usadas para variar o número de rotações e o sentido da rotação de um eixo para o outro. Os dentes são os elementos mais importantes das engrenagens, para produzir o movimento de rotação as rodas devem estar engrenadas. As rodas se engenam quando os dentes de uma engrenagem se encaixam nos vãos dos dentes da outra engrenagem. As engrenagens de um mesmo conjunto podem ter tamanhos diferentes, quando um par de engrenagens tem rodas de tamanhos diferentes, a engrenagem maior chama-se coroa e a menor chama-se pinhão. (GORDO, NÍVIA, 2000 p. 56).

Figura 9 – Engrenagens ou roda dentada

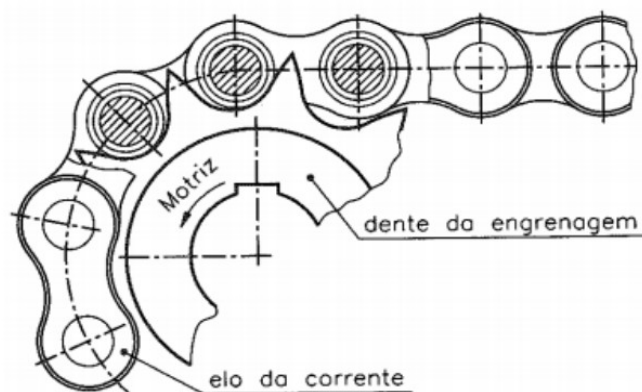


Fonte: Telecurso 2000 (1996).

2.2.7 Correntes de transmissão

“O acionamento por corrente é uma maneira de transmitir energia mecânica de um lugar para outro. É frequentemente usado para transmitir energia às rodas de um veículo e na utilização de máquinas e equipamentos industriais.” (GORDO, NÍVIA, 2000 p. 56). Conforme a figura 10.

Figura 10 – Corrente de transmissão.



Fonte: Telecurso 2000 (1996).

2.2.7.1 Tipos de Correntes de Transmissão

As correntes de transmissão são classificadas em:

2.2.7.1.1 Correntes de rolo

São mais utilizadas e aplicadas em indústrias e veículos de transportes. É formada por placas internas e externas que são ligadas por pinos que são envolvidos por buchas nas quais funcionam (giram) os rolos. Todos os componentes (pinos, buchas e rolos) são fabricados em aço de liga, tornando a superfície cementada e retificada (GORDO, NÍVIA, 2000 p. 56).

2.2.7.1.2 Corrente de bucha

As correntes de buchas diferem das de rolos pelo fato de não possuírem “rolos”. Nesse caso permite que as buchas e os pinos sejam de dimensões maiores, assim as correntes de buchas apresentam maior resistência à ruptura. As desvantagens estão no ruído e desgaste reduzindo seu rendimento (GORDO, NÍVIA, 2000 p. 56).

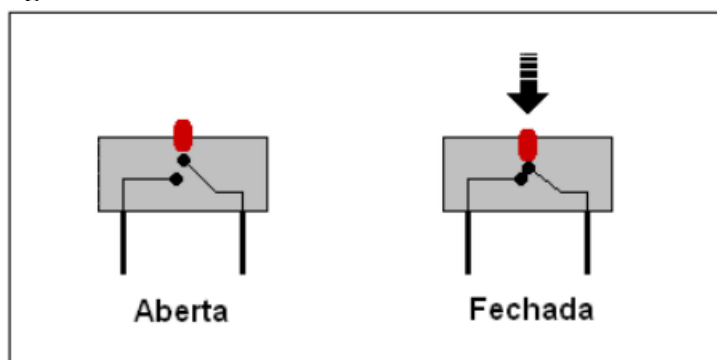
2.2.7.1.3 Corrente de dente

São constituídas por elos dos quais são constituídos por várias placas montadas lado a lado sobre pinos formando dentes que vão engrenar nos dentes da roda. Deste modo, podem obter-se correntes bastante largas e resistentes e silenciosas.

2.2.8 Sensor de Contato Mecânico (Fim de Curso)

O fim de curso foi utilizado no levantamento da caçamba, juntamente com o temporizador que será programado no CLP. A função do fim de curso será principalmente no levantamento manual da caçamba. É uma chave elétrica acionada mecanicamente pelo movimento dos elementos de trabalho, através do dispositivo atuador localizado no sensor. O elemento atuador pode ser: curto, convencional, longo, com rolete, com falso rolete e, ainda, com rolete escamoteável. O acionamento através de rolete escamoteável ocorre somente em um sentido do movimento, enquanto nos outros tipos de atuadores, o acionamento ocorre nos dois sentidos. O sensor de contato mecânico apresenta três terminais acessíveis: o comum (C), normalmente aberto (NA) e o normalmente fechado (NF). “Quando o número de comutações do sensor é muito grande, não é aconselhável o seu uso, devido ao desgaste mecânico de seus contatos elétricos.” (BONACORSO, NOLL, 1997, p. 53). Visto na figura 11.

Figura 11 – Sensor de fim de curso.



Fonte: Marcelo Wendling (2010).

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a classificação da pesquisa e o local do seu desenvolvimento. Visa também mostrar as etapas e o método que foi desenvolvido.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A metodologia do artigo é classificada como exploratória com base teórica e qualitativa, pois utilizou-se de revisões bibliográficas em artigos e livros.

Quanto a sua descrição, se caracteriza como experimental, pois envolve um desenvolvimento de um protótipo através de análises experimentais.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

O trabalho foi desenvolvido no laboratório da universidade para os testes experimentais e na residência dos autores para o desenvolvimento do protótipo.

Nas figuras 12, 13, 14 e 15 podem ser observado as informações relatadas acima.

Figura 12 – Desenvolvimento do protótipo



Fonte: (Autores, 2022).

Figura 13 – Desenvolvimento do protótipo



Fonte: (Autores, 2022).

Figura 14 – Desenvolvimento do protótipo



Fonte: (Autores, 2022).

Figura 15 – Desenvolvimento do protótipo

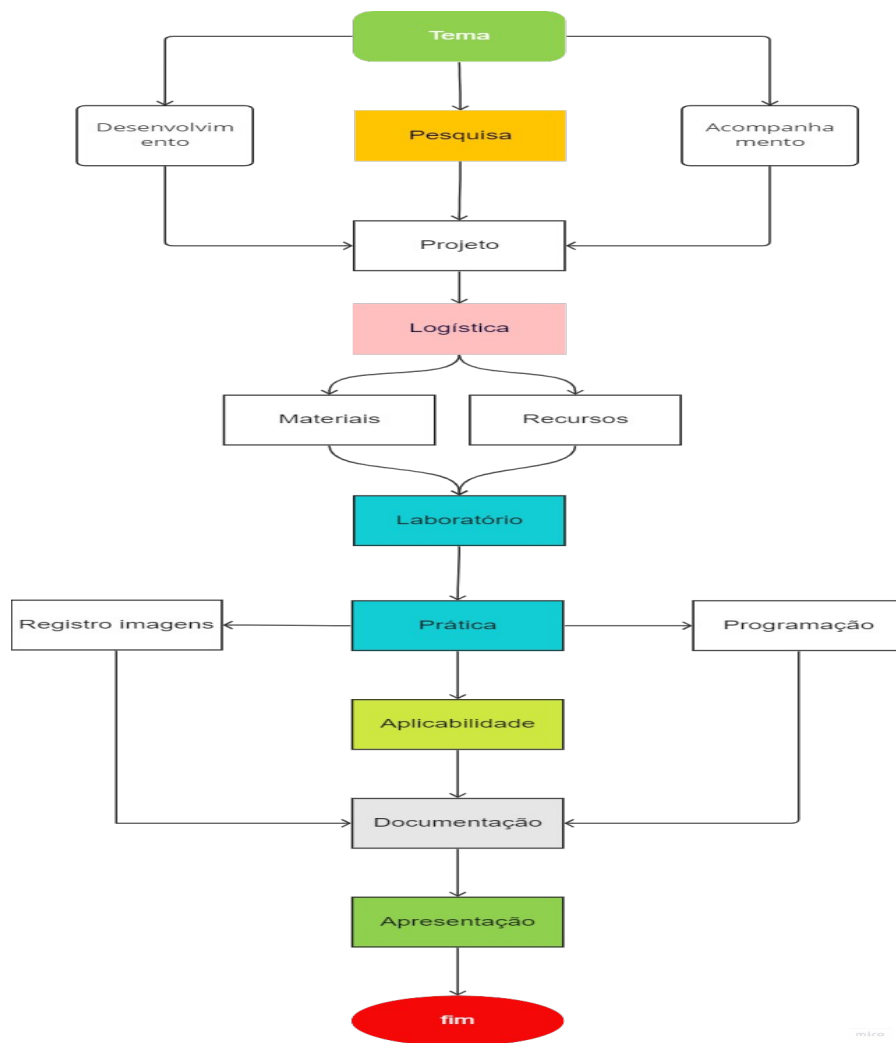


Fonte: (Autores, 2022).

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

No fluxograma abaixo (figura 15) podem ser observadas todas as etapas desenvolvidas para a pesquisa.

Figura 15 – Fluxograma da pesquisa



Fonte: Os autores (2022).

Abaixo, seguem as informações referentes ao fluxograma desenvolvido:

- a) **Tema:** A pesquisa iniciou com a escolha do tema AGV (Veículo Auto Guiado) com o propósito de proporcionar maior conforto no transporte de materiais em obras de pequeno porte, substituindo o carrinho de mão. Desta maneira o operador evitará esforços repetitivos gerando possíveis lesões e/ou doenças futuras relacionado com ergonomia.
A confecção do protótipo foi pensada e construída para diversos terrenos ampliando sua aplicabilidade.
- b) **Pesquisa:** Efetuado os estudos na aplicação do projeto em questão há viabilidade, em termos de custos, produtividade e desempenho. Referente aos estudos afirma-se que os benefícios alcançados do protótipo em comparação com o atual carrinho de mão no

transporte de pequenas cargas vão desde a praticidade no transporte redução do esforço do serviço aplicado pelo operador e tempo de execução.

- c) **Desenvolvimento:** Nesta etapa do projeto iniciou-se o desenvolvimento do protótipo conforme os resultados obtidos das pesquisas realizadas em campo, como reconhecimento de terrenos nos canteiros de obras para elaboração do deslocamento do protótipo. Resistência de carga e do basculamento da caçamba.
- d) **Acompanhamento:** Na parte do desenvolvimento teórico os autores contaram com o apoio da orientadora do trabalho, disponibilizando encontros regulares para alinhar as etapas deste artigo.
- e) **Projeto:** Contou-se com a tecnologia para realizar algumas fases do projeto como a utilização de software para desenhar e confeccionar peças sob medidas, e um dispositivo de programação para realizar os movimentos do protótipo.
- f) **Logística:** Elaborado um método para executar cada fase do projeto, assim como aquisição de recursos e materiais, contabilizando os investimentos e segregando cada item de acordo com a necessidade de cada fase.
- g) **Materiais:** Os materiais foram adquiridos através de patrocínios, compras e confecção própria, e outras obteve-se um empréstimo que é o caso do dispositivo CLP (Controlador Lógico Programável)

A Tabela 1 abaixo apresenta as informações das descrições dos materiais utilizados, as suas principais características, a quantidade utilizada para a confecção do protótipo e os valores destes materiais.

Tabela 1 - Descritivo de materiais

Descrição	Características	Quantidade	Valor Unitário
Cantoneira em L	30 x 30 mm	8	R\$ 2,99
Cantoneira em L	20 x 20 mm	1	R\$ 40,69
Perfil metal	20 x 20 mm	1	R\$ 166,00
Eixo cilíndrico	Torno	4	R\$ 5,00
Motor elétrico	12 VDC	3	R\$ 60,00
Rolamentos	608ZZ 8x22x27	4	R\$ 6,90
Rolamentos		2	R\$ 2,99
Sarrafo	Pinus	2	R\$ 1,00
Madeirite	1000 x 1000 mm	1	R\$ 15,00
Bateria	12v selada	4	R\$ 63,00
CLP Siemens	Programável	1	R\$ 2000,00

Botoeiras	Push Boton	4	R\$ 9,00
Fiação	2,5mm	5	R\$ 0,80
Lâmpadas	LED	6	R\$ 19,90
Engrenagem	14 dentes usada	2	R\$ 1,00
Engrenagem	44 dentes usada	4	R\$ 1,00
Corrente transmissão	Usada	2	R\$ 1,00
Barra roscada	M16	1	R\$ 35,00
Tinta	Spray	1	13,00
Sensor	Fim de curso	2	R\$ 33,92
Sensor	Indutivo	1	R\$ 32,80
Anél elástico	Trava	4	R\$ 1,80
Confecção em torno	Eixo da roda	4	R\$ 40,00
Confecção em torno	Elevação caçamba	1	R\$ 50,00
Confecção em torno	Tração das rodas	2	R\$ 30,00
Parafusos	35x35mm		R\$ 8,00
Parafusos	35x45mm		R\$ 6,00
Porcas	Sextavada 1/4		R\$ 5,00
Contactora	24Vcc	6	R\$ 107,00

Fonte: Os autores (2022).

- h) Recursos:** Todos os custos para aquisição dos materiais partiram dos próprios autores e alguns patrocínios.
- i) Laboratório:** Na execução prática foi utilizado uma oficina para confeccionar itens e montagem do protótipo, assim como dispositivos pessoais (computadores) para realizar as pesquisas e desenhos técnicos do projeto.
- j) Prática:** Os testes iniciais foram executados na oficina de um dos autores para os ajustes e correções pertinentes, obtendo resultados satisfatórios para realizar uma demonstração experimental juntamente com a orientadora responsável deste projeto.
- k) Programação:** Para execução foram utilizados software (AUTOCAD) para desenho técnico e o software EASYSOFT PRO 6 (apêndice A) para programar as rotinas de movimentação do protótipo.
- l) Registro de imagens:** Todas as fases do projeto foram registradas com imagens e vídeos para elaboração e documentação desse projeto.

- m) Aplicabilidade:** Inicialmente esse projeto tem o objetivo de empregar esse recurso na construção civil e industrial como auxiliar na movimentação de carga e posteriormente é ampliar a utilização desse recurso em atividades de exposição a riscos aos colaboradores.
- n) Documentação:** Todas as etapas do projeto estão documentadas, desde o estudo de caso como a elaboração deste artigo. A autoria desse protótipo fica resguardada apenas para o desenvolvimento de pesquisa podendo ser replicada desde que houver a citação dos autores.
- o) Apresentação:** Para realizar a apresentação os autores preparam com auxílio de slides e o desenvolvimento impresso do projeto, assim como uma demonstração do protótipo para a banca avaliadora.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

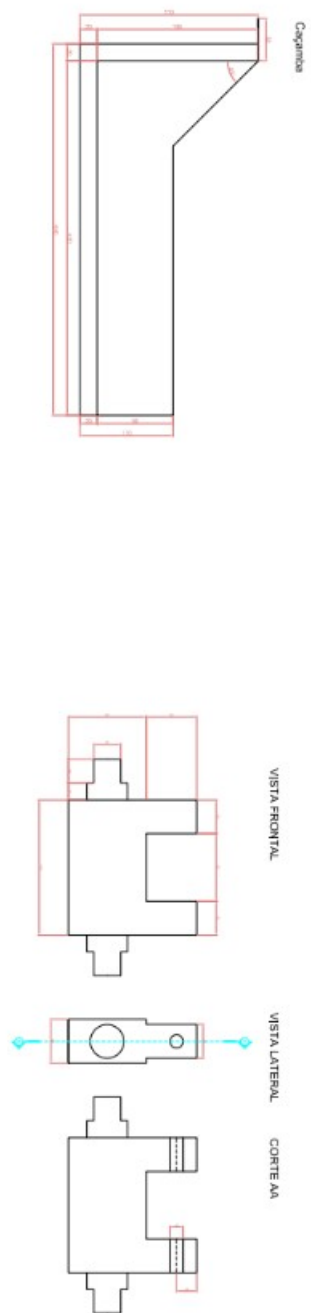
Os testes iniciais do projeto foram feitos na oficina residencial, neste primeiro momento os testes de resistência, locomoção e capacidade de carga teve-se um resultado satisfatório, porém alguns componentes tiveram que ser adaptados, exemplo as baterias 12VDC (capacidade tensão) que alimentam os motores responsáveis pela locomoção e elevação da carga na caçamba: Substituindo a 12VDC 1,2Ah por 12VDC 7Ah (ganho na capacidade de armazenamento de energia aumentando o tempo de uso) conforme o apêndice B. Alterações no ângulo da haste aumentando o seu grau de inclinação para elevação da caçamba.

Após as devidas alterações obteve-se resultados positivos para prosseguir nas próximas etapas do projeto, principalmente nestes dois pontos relacionados anteriormente.

4.1 PROTÓTIPO

Esse projeto deve sua elaboração inicial com o auxílio do software AUTOCAD para criar o desenho técnico com as dimensões e componentes necessários para o desenvolvimento do protótipo, conforme visto na figura 16.

Figura 16 – Fluxograma da pesquisa

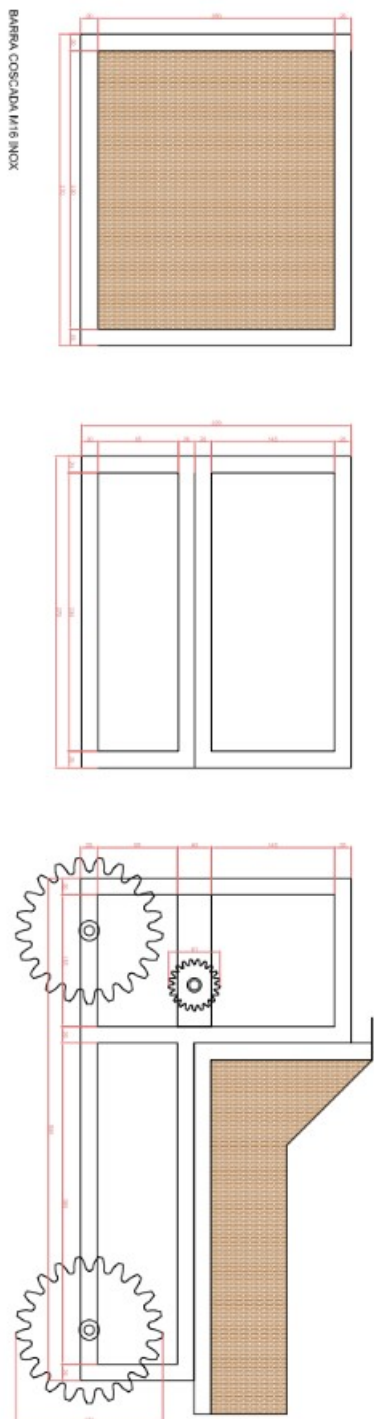


Carinho

Fronte

Arizis

Lateral



BARRA COCADA M16 INOX



Fonte: Os autores (2022).

Esse protótipo trata-se de um Veículo Auto Guiado (AGV) para utilização em algumas etapas da construção civil, suas características e dimensão são o peso estimado é de aproximadamente 30 Kg, e sua estrutura foi feita em barras de metal 20x20 mm soldadas na união dos cortes em 45 graus, que posteriormente receberam um tratamento de pintura com tinta esmalte sintético. A capacidade de transporte de carga do equipamento fica em torno de 15 Kg.

Ademais, a “relação” ou transmissão secundária, tem a função de transmitir a força do motor às engrenagens (servindo neste caso também como roda), a qual é o conjunto formado por: corrente, coroa (engrenagem maior) e pinhão (engrenagem menor). Após a análise da relação entre o conjunto acima citado, e levando em conta que a coroa possui 48 dentes e o pinhão 15, concluiu-se que a relação é de 3,2. Isto significa dizer que a cada volta completa na coroa, temos 3,2 voltas no pinhão. Já as correntes de aço, se movem com velocidade constante entre as engrenagens, e possuem uma ótima eficiência na transmissão de potência, em torno de 98 %.

Também foram utilizados 3 motores 12VDC (tensão de corrente contínua), movidos a baterias 12VCC 7Ah (4 x). Sendo que dois destes motores servirão para transformar a energia elétrica das baterias em energia mecânica, movimentando as nossas engrenagens.

O terceiro motor terá a função de movimentar a caçamba do robô através de uma haste de metal roscada M16 e um dispositivo com rosca fêmea com mesmo diâmetro que se deslocará pelo giro da barra, a qual está diretamente ligada ao eixo do motor. Por fim, tal conjunto detalhado acima, está conectado a uma haste inclinada acoplada na caçamba.

Dessa forma, todo esse sistema de transmissão de força fará com que o reservatório bascule, depositando o material em local pré determinado. Já para interromper esse curso da caçamba, são utilizados “fins de cursos” ao final de cada ciclo de içamento da carga e o posicionamento no berço.

Tal movimentação do protótipo (figura 17 e 18), só foi possível pelo uso da programação CLP, dada pela linguagem Ladder, possibilitando programar o percurso do AGV conforme a necessidade da obra.

Figura 17 – Imagens do protótipo



Fonte: Os autores (2022).

Figura 17 – Imagens do protótipo



Fonte: Os autores (2022).

4.2 ENSAIOS EXPERIMENTAIS

Efetuada testes com objetivo de analisar a performance do protótipo quanto a sua funcionalidade, resistência, autonomia comparando seus benefícios no uso em um canteiro de obra. Em comparação com o carrinho de mão comum, ele traz muitos benefícios principalmente aos esforços exercidos pelo trabalhador na construção civil, evitando desgaste físico e mental, reservando o trabalhador em outras atividades.

Com relação a autonomia o AGV concluiu de forma satisfatória alcançando um tempo de operação aproximado de 2 (duas) horas e 30 (trinta) minutos, com todos os testes de movimentação, transporte de cargas como (areias, britas e tijolos) e elevações da caçamba o veículo manteve um residual de carga energética satisfatória.

A programação de rotas do veículo necessita alguns ajustes, porém não afetou o seu funcionamento e operacionalidade de suas atividades que fora desempenhado, considerando que cada cenário terá um código de rotas, considera-se aceitáveis esses ajustes.

No desempenho do transporte de cargas os testes foram feitos em terreno plano sob material do tipo *PAVERS*, transportando uma carga aproximada de 5kg, mantendo uma margem de segurança considerando essa fase de teste, e sua resistência em deslocamento mantendo velocidade e força para içar a caçamba atingiu as expectativas desse estudo, pois esse protótipo tem uma escala reduzido ao proposto comparativo a um carrinho de mão.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos foram satisfatórios, podendo melhorar a produtividade do trabalhador na construção civil sem causar danos ao operador relacionados a lesões por esforços repetitivos. Usando a tecnologia podemos utilizar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Civil desenvolvendo o projeto AGV. Os estudos demonstram as necessidades dentro da construção civil, com o intuito de melhorar o desempenho das atividades sem que haja um possível afastamento de um colaborador.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem primeiramente a Deus por permitir e guiar no desenvolvimento desse projeto assim como a Professora Sr.^a Michela Steluti Poleti Faria por fornecer as diretrizes do trabalho para colocar na metodologia, orientação e direcionamento de pesquisas relacionadas ao assunto. Agradeço também ao pai Sr. Joceli Inácio Luiz por ajudar na montagem e construção do robô e irmão Sr. Rafael Inácio Luiz contribuiu na soldagem da estrutura de metal, Torneiro mecânico Sr. Carlos Adriano Mews e Sr. Maicon Joel da Silva na usinagem de algumas peças do projeto. E a empresa Dohler Fiação no fornecimento de materiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONACORSO, Nelso Gauze; NOLL, Valdir. **Automação eletropneumática**. 9. ed. São Paulo (SP): Érica, 2006. 138 p.

COMITÊ NACIONAL DO PROJETO ALiB. **Atlas Linguístico do Brasil**: Questionário 2001. Londrina: EDUEL, 2001.

FRANCHI, Claiton Moro. Acionamentos elétricos. 4. ed. São Paulo (SP): Érica, 2008. 250 p.

PINOTTI, João. **Empilhadeiras**. Araçatuba-SP. 2021. Disponível em: <<https://www.fernandoegui.com/uploads/6/4/0/5/6405834/empilhadeiras.pdf>>. Acessado nov/2022.

MAZZAROPPI, Marcelo, Sensores de Movimeto e Presença. Projeto de graduação, UFRJDEE, 2007.

NACARATTI, A. R. P.; BARACHO, C. D.; FIGUEIREDO, S. F. S.; QUINTÃO F. G. Automação industrial: CLP e robótica industrial. UNIVERSO, 2016. Disponível em: Acesso em: 10 mar. 2021.

NAVARRO, A, F. Riscos Associados ao transporte de Cargas elaborado em 2012. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFRDMAA/riscos-associados-aotransporte-cargas>> acessado em nov/22.

NR 11 – TRANSPORTE, MOVIMENTAÇÃO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS. Portaria MTPS nº 505/2016. Disponível em < <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-11.pdf> > acessado em nov/22.

PINGON ELEVADORES E GRUAS. Tipos de guas. Disponível em: Acesso em: nov/22.

PINHO, Mauro Ottoboni, **Transporte e Montagem**. Rio de Janeiro 2005.

WENDLING. Marcelo. **Sensores**. Guaratinguetá- SP. 2010. Disponível em: <<https://www.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf>> acessado nov/2022.

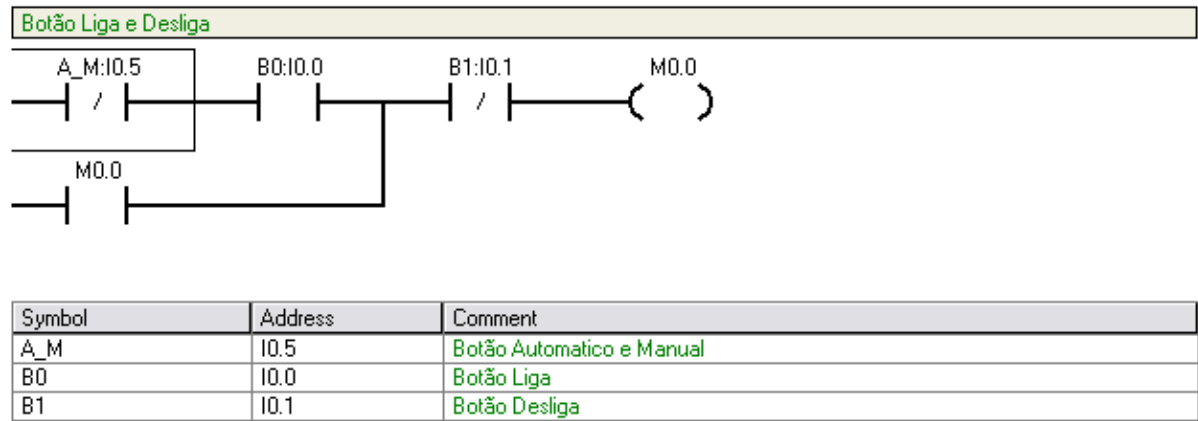
SILVEIRA, L.; LIMA, W. L. Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial. UFRN, 2003. Disponível em:<https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_13.pdf> Acesso em: 30 abr. 2021.

SILVEIRA, Paulo Rogério da; SANTOS, Winderson E. dos. **Automação e controle discreto**. 7. ed. São Paulo (SP): Érica, 2006. 229 p. (Estude e use. Automação industrial).
TELECURSO 2000 PROFISSIONALIZANTE. Elementos de Máquinas. São Paulo. Globo, 1996.

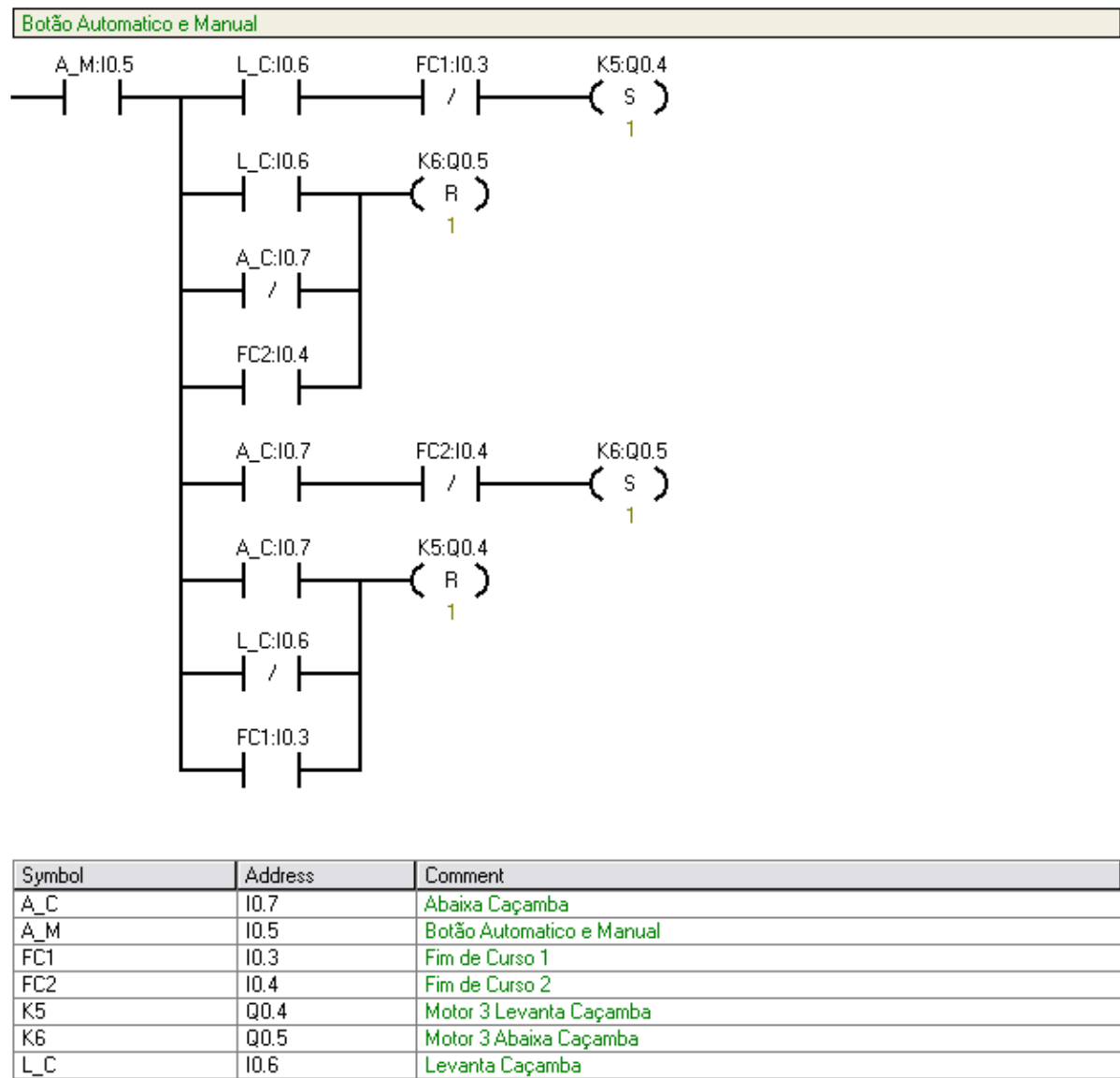
THOMAZINI, Daniel. 1975-; ALBUQUERQUE, Pedro U. B. de. **Sensores industriais: fundamentos e aplicações**. São Paulo (SP): Érica, 2005. 220 p.

ZIMMERMANN, Alex *et al.* **Proposed Framework for Environmental Assessment of Existing Buildings**. SUSTAINABLE BUILDING: Oslo, 2002. Disponível em: <<https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB2683.pdf>> Acesso em: 20 de maio de 2022.

APÊNDICE A – Programação do AGV

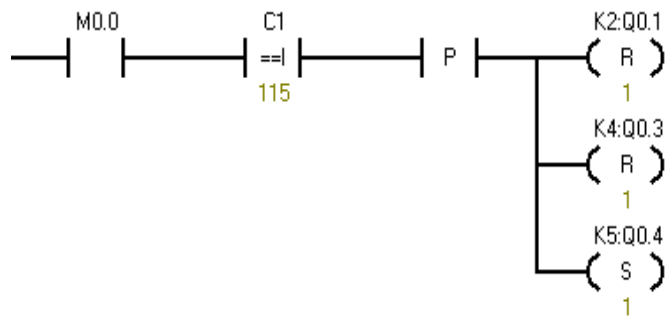


Network 2



Network 9

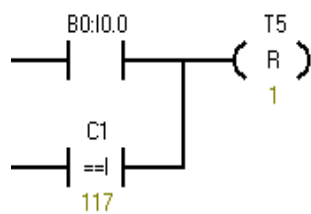
Parar e levantar caçamba



Symbol	Address	Comment
K2	Q0.1	Motor 1 Para Traz
K4	Q0.3	Motor 2 Para Traz
K5	Q0.4	Motor 3 Levanta Caçamba

Network 10

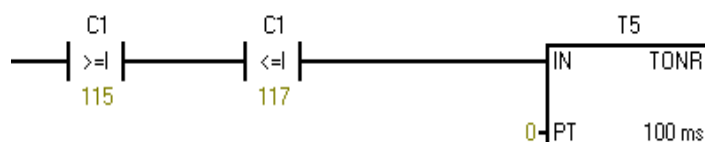
Zerar o Temporizador



Symbol	Address	Comment
B0	I0.0	Botão Liga

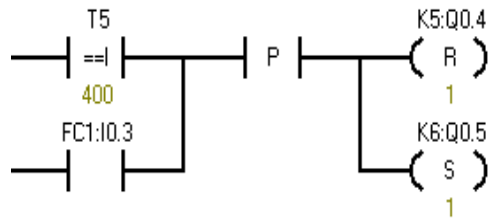
Network 11

Temporizador da Caçamba



Network 12

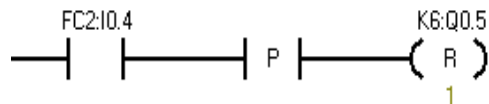
Fim de Curso1 (Caçamba alta)



Symbol	Address	Comment
FC1	I0.3	Fim de Curso 1
K5	Q0.4	Motor 3 Levanta Caçamba
K6	Q0.5	Motor 3 Abaixa Caçamba

Network 13

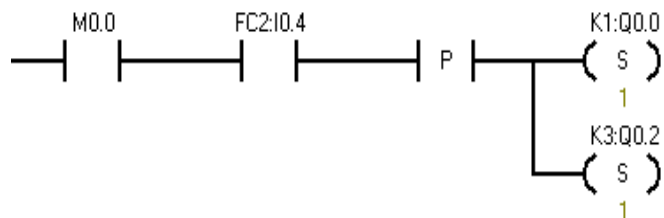
Fim de Curso 2 (Caçamba Baixa) Desliga K6



Symbol	Address	Comment
FC2	I0.4	Fim de Curso 2
K6	Q0.5	Motor 3 Abaixa Caçamba

Network 14

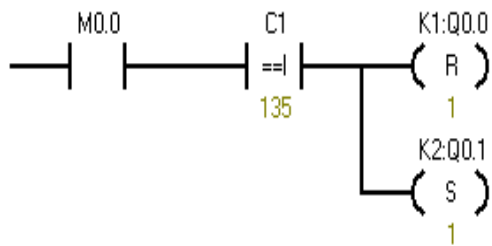
Fim de Curso 2 (Caçamba Baixa) e Liga (K1 e K3)



Symbol	Address	Comment
FC2	I0.4	Fim de Curso 2
K1	Q0.0	Motor 1 Para Frente
K3	Q0.2	Motor 2 Para Frente

Network 15

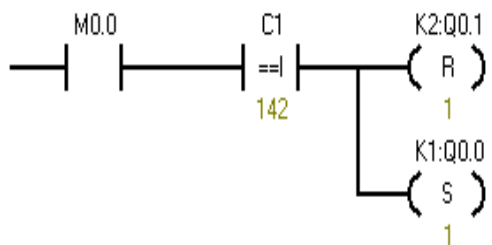
Virar Esquerda (Desliga K1 e liga K2)



Symbol	Address	Comment
K1	Q0.0	Motor 1 Para Frente
K2	Q0.1	Motor 1 Para Traz

Network 16

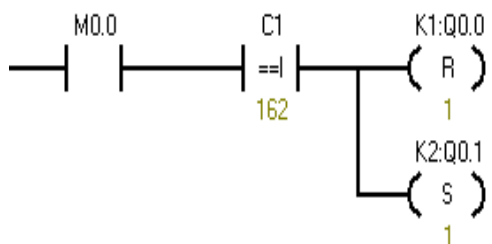
Pra Frente (Desliga K2 e Liga K1)



Symbol	Address	Comment
K1	Q0.0	Motor 1 Para Frente
K2	Q0.1	Motor 1 Para Traz

Network 17

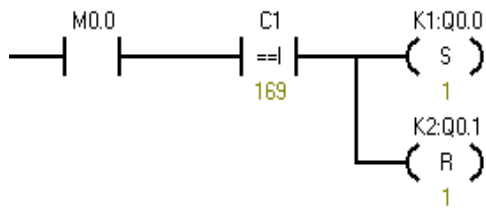
Virar pra Esquerda (Desliga K1 e Liga K2)



Symbol	Address	Comment
K1	Q0.0	Motor 1 Para Frente
K2	Q0.1	Motor 1 Para Traz

Network 18

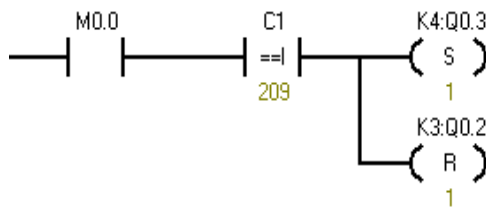
Pra Frente (Desliga K2 e Liga K1)



Symbol	Address	Comment
K1	Q0.0	Motor 1 Para Frente
K2	Q0.1	Motor 1 Para Traz

Network 19

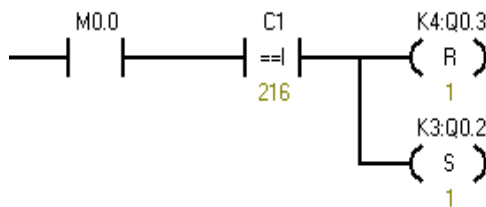
Virar pra Direita (Desliga K3 e Liga K4)



Symbol	Address	Comment
K3	Q0.2	Motor 2 Para Frente
K4	Q0.3	Motor 2 Para Traz

Network 20

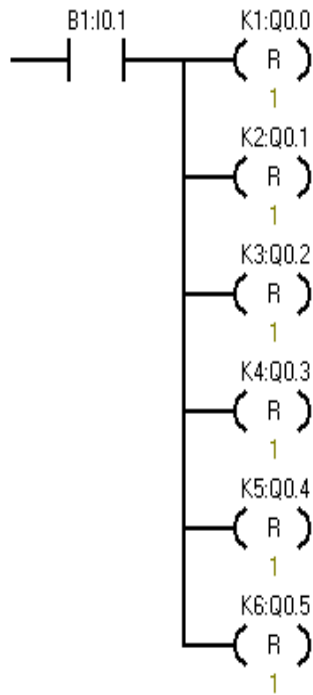
Pra Frente (Desliga K4 e Liga K3)



Symbol	Address	Comment
K3	Q0.2	Motor 2 Para Frente
K4	Q0.3	Motor 2 Para Traz

Network 23

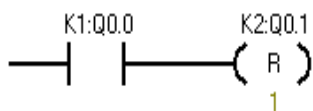
Desliga todos os motores



Symbol	Address	Comment
B1	I0.1	Botão Desliga
K1	Q0.0	Motor 1 Para Frente
K2	Q0.1	Motor 1 Para Traz
K3	Q0.2	Motor 2 Para Frente
K4	Q0.3	Motor 2 Para Traz
K5	Q0.4	Motor 3 Levanta Caçamba
K6	Q0.5	Motor 3 Abaixa Caçamba

Network 24

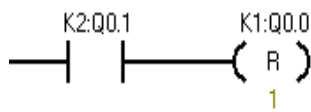
Intertravamento dos contatores K1 ligado e K2 Desligado



Symbol	Address	Comment
K1	Q0.0	Motor 1 Para Frente
K2	Q0.1	Motor 1 Para Traz

Network 25

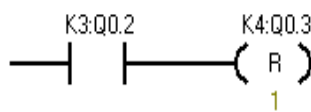
Intertravamento dos contadores K2 ligado e K1 Desligado



Symbol	Address	Comment
K1	Q0.0	Motor 1 Para Frente
K2	Q0.1	Motor 1 Para Traz

Network 26

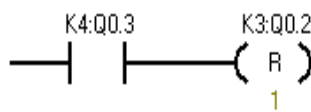
Intertravamento dos contadores k3 ligado e K4 Desligado



Symbol	Address	Comment
K3	Q0.2	Motor 2 Para Frente
K4	Q0.3	Motor 2 Para Traz

Network 27

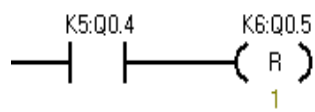
Intertravamento do contadores K4 ligado e K3 Desligado



Symbol	Address	Comment
K3	Q0.2	Motor 2 Para Frente
K4	Q0.3	Motor 2 Para Traz

Network 28

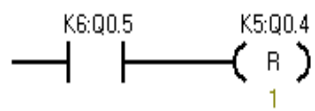
Intertravamento dos contatores K5 ligado e K6 Desligado



Symbol	Address	Comment
K5	Q0.4	Motor 3 Levanta Caçamba
K6	Q0.5	Motor 3 Abaixa Caçamba

Network 29

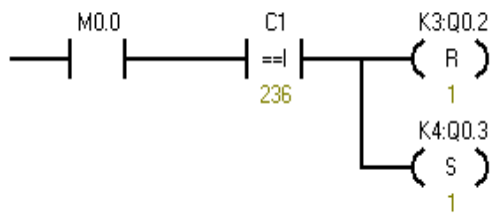
Intertravamento dos contatores K6 ligado e K5 Desligado



Symbol	Address	Comment
K5	Q0.4	Motor 3 Levanta Caçamba
K6	Q0.5	Motor 3 Abaixa Caçamba

Network 21

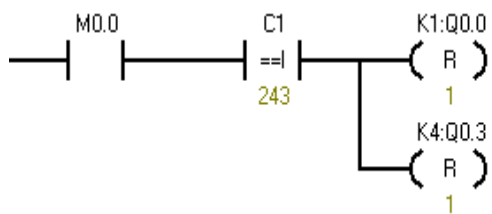
Virar pra Direita (Desliga K3 e Liga K4)



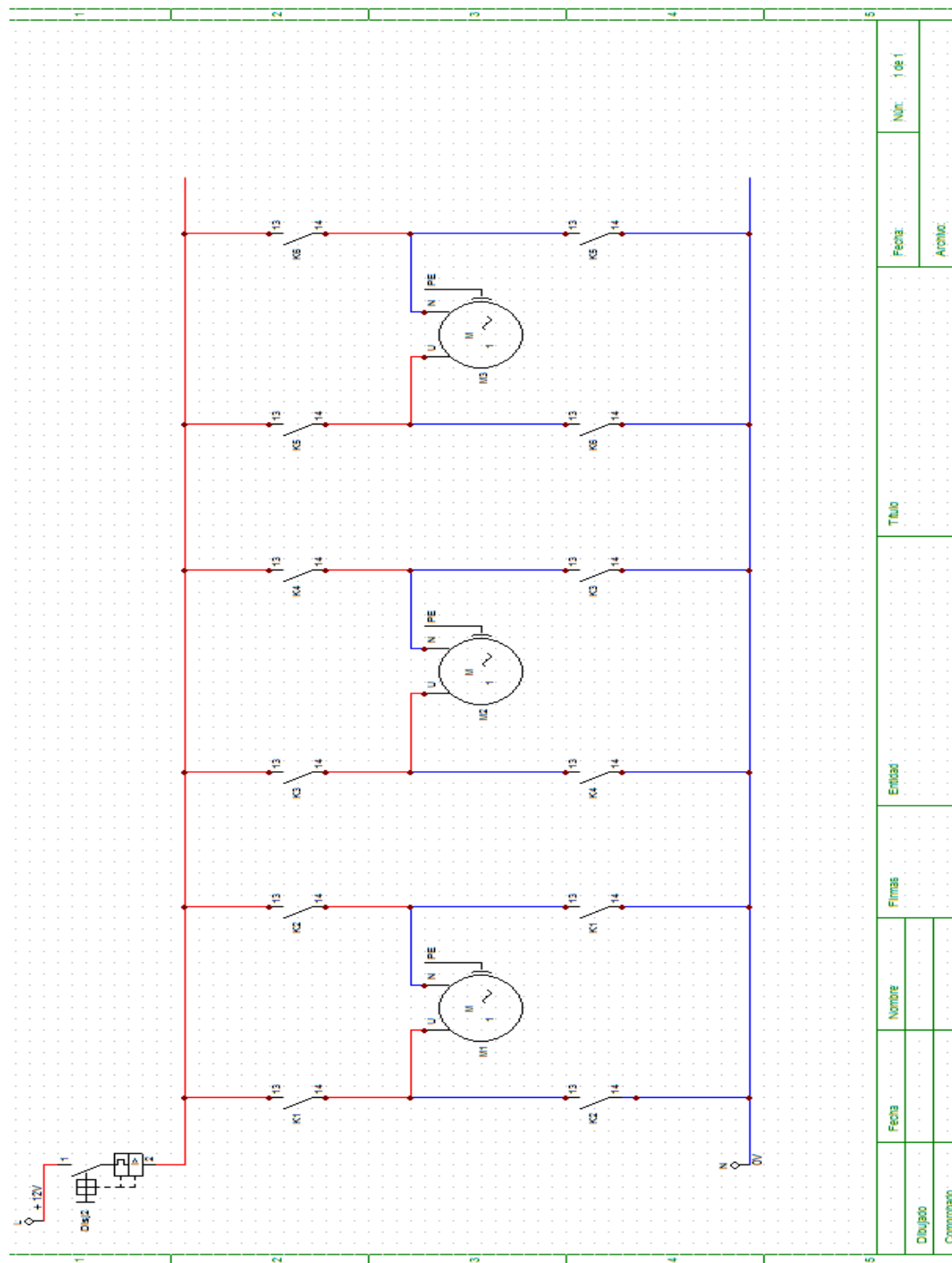
Symbol	Address	Comment
K3	Q0.2	Motor 2 Para Frente
K4	Q0.3	Motor 2 Para Traz

Network 22

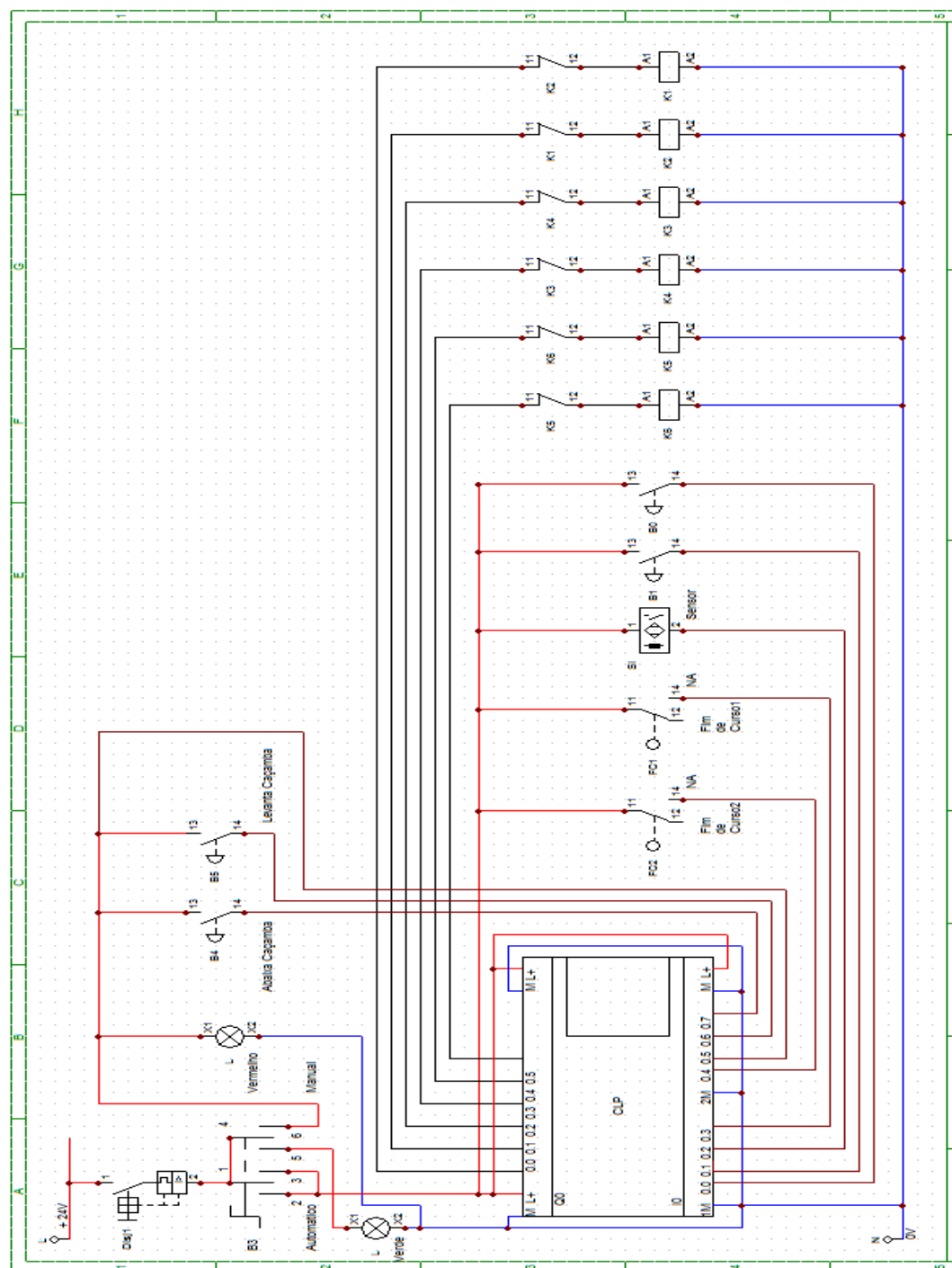
Pra Frente (Desliga K1 e K4) Fim do Prosseco



Symbol	Address	Comment
K1	Q0.0	Motor 1 Para Frente
K4	Q0.3	Motor 2 Para Traz



APÊNDICE C – Circuito elétrico do CLP e Contatores 24vcc.



APÊNDICE D – Circuito dos LED's 12vcc.

