

# CONTROLE DE ESTOQUE AUTOMATIZADO

Edson Da Silva Bueno<sup>1</sup>  
Marco Aurélio Arbex<sup>2</sup>

## RESUMO

Tendo como objetivo de fazer controle e posicionamento de motores elétricos de baixo custo, utilizando motores DC com encoders magnéticos ao invés de servo motores, placa de controle baseada na linguagem de programação C++ e processador de 32 bits com *clock* de 84MHZ para poder ter uma resolução adequada dos sinais dos motores e ao mesmo tempo controlar o drive dos mesmos para se obter *setpoint* com precisão exigida no processo, contudo logo foi perceptível a dificuldade na leitura da quadratura do encoder por haver ruído nos sinais, sendo necessário filtra-los, como também foi difícil separar o que faz parte do controle e supervisão por estarem tão bem amarrados, entretanto para cada problema encontrado já havia solução disponível, contudo pouco conteúdo disponível em português, tais problemas evidenciaram ainda mais a necessidade de aprofundar nos conceitos envolvidos e perceber que já existem tecnologia disponível para a indústria 4.0 mas ainda temos dificuldade em aplicar na indústria ou nosso dia a dia .

**Palavras chave:** Transelevador. Técnicas digitais. Sistema Supervisório. Manufatura avançada.

## Automated stock Control

## ABSTRACT

Aiming to control and position low-cost electric motors using DC motors with magnetic encoders instead of servo motors, control board based on the C ++ programming language and 32-bit processor with clock of 84MHZ to be able to have a resolution of the signals of the motors and at the same time control the drive thereof to obtain a setpoint with precision required in the process, however, it was soon noticeable the difficulty in reading the quadrature of the encoder because there is noise in the signals, it is necessary to filter them, it was difficult to separate what is part of the control and supervision because they are so well tied, however for each problem found there was already available solution, however little content available in Portuguese, such problems highlighted even more the need to deepen in the concepts involved and realize that already technology is available for the industry 4.0 but we still have difficulty of in applying in the industry or our day to day.

<sup>1</sup> Titulação. Discente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: ed3857@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Administração. Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: marco.arbex@sistemafiep.org.br

**Key words:** Transelevator. Digital techniques. Supervisory system. Advanced manufacturing.

## 1. INTRODUÇÃO

É evidente que para algumas empresas o controle de estoque é mais relevante que para outras, mas em qualquer caso, ele recebe grande atenção, sendo que uma indústria média gasta mais da metade de seu faturamento (MARTINS, Petrônio; ALT,2011 pag.117). Em sistemas de *Justin time* de produção em que busca se redução de estoques ou mesmo eliminados, paralelamente um aumento de maquinas cada vez mais sofisticadas e caras, gerando grandes transtornos e prejuízos em quebras, desta forma as empresas buscam otimizar estoque e políticas de manutenção em quebra zero. (MARTINS, Petrônio; ALT,2011 pag.312).

Em um mercado cuja necessidade de aumento de produtividade, escassez de terrenos em localização privilegiada, custo de mão de obra, vem estimulando a automatização na logística sendo que um sistema de armazenagem e recuperação automatizado se mostra eficaz no controle de estoque (IMAN ,2018). Embora este sistema ser normalmente instalado nas indústrias ele pode ser utilizado em comércios, almoxarifados, armazéns, sala de arquivos e em qualquer setor que mantém estoques com determinada rotatividade, segundo a Mecalux (2018) este sistema apresenta baixo custo se considerado benefício, contudo apesar de gerar economia significativa tal implantação pode ser onerosa para empreendedores com capital escasso.

Apesar de não ser uma tecnologia nova, não é explorada em todo seu potencial pelo fato de não ser atrativo para empresas de pequeno e médio porte, pois o alto custo em sua instalação afeta diretamente no *payback* (BRANCO, 2018). Tendo como objetivo otimizar tempo e organização de estoque, a fim de aumentar eficiência do controle de entradas e saídas, além de estreitar a relação entre os setores de administração, projeto, manutenção e produção.

Sendo a proposta a busca de implementação de hardware de baixo custo para este controle mas mantendo qualidade suficiente para ser integrada em toda indústria fazendo uso de tecnologias compatíveis e com a indústria 4.0 tendo a ciência que apenas poderão ser aplicados para pequenos e médios volumes mas com a vantagem de implementar em vários seguimentos que necessitem armazenar e recuperar materiais rapidamente e através de monitoramento e controle por supervisorio a possibilidade de comunicação com a rede industrial e nuvem.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Materiais utilizados

Arduino Due;  
Motores DC de 300 rpm com encoder de 244 pulsos por rotação;  
Ponte H (LN 982);  
Fim de Curso;  
Motor de passo;  
Fonte de computador;  
Protoboard;

Fuzo passo 2;  
Pillow Block;  
Guias lineares 8mm;  
Perfil de alumínio;  
Estrutura em aço carbono (Prateleiras e suportes);

## 2.2 Ferramentas utilizadas

Planta didática: Construída a partir dos materiais citados por autor e alunos de tecnologia SENAI. PR;

Notebook: Para fazer a interface homem maquina (IHM) e instalar softwares necessários para o controle da planta didática;

IDE Arduino: Software do fabricante da placa Arduino utilizada, onde é elaborado o projeto de controle da planta, afim de passar para a mesma o programa de controle do sistema;

ScadaBr: Software de supervisão utilizado para dar facilidade ao usuário através de interface mais amigável além de dar entradas e monitorar saídas de dados a placa de controle de forma fácil a usuários sem a necessidade de entender programação

Linguagem de programação C++: Linguagem de alto nível utilizada pelo Arduino para facilitar a programação do microprocessador;

Osciloscópio: Ferramenta para monitorar sinais dos encoders e motores, com intuito de analisar comportamento da planta em relação ao controle;

Multímetro: Ferramenta para auxiliar de forma rápida análise de pequenos problemas;

Protocolo ModBus: Protocolo de comunicação utilizado na comunicação entre supervisão e placa de controle;

## 2.3 Métodos

Pesquisa exploratória: Procura de possibilidades e melhor custo benefício;

Pesquisa qualitativa: Objetivo de filtrar conteúdo e viabilidade;

Desenvolvimento planta didática: Montagem de componentes predefinidos;

Desenvolvimento do algoritmo: Controle e monitoramento de posicionamento;

Desenvolvimento supervisão: Montagem de interface gráfica de forma intuitiva para operador;

Revisão : Procura de erros e viabilidade de implementação;

## 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme LIMA (2014), em qualquer cadeia de abastecimento que demande produção ou controle, os benefícios da automatização podem ser ilimitados garantindo maior eficiência e acompanhamento das informações obtendo maior assertividade nas tomadas de decisões, se da pelo principio na implantação de equipamentos, afim da substituição de rotinas manuais por procedimentos automáticos proporcionando melhor gestão, reduzindo falhas e melhor competitividade além de rentabilidade. Para alcançar tais objetivos as empresas devem avaliar, projetar e adquirir componentes a fim de montar um sistema automatizado, estabelecendo adequações de acordo com sua realidade e necessidades a partir das tecnologias disponíveis.

### 3.1 MODBUS

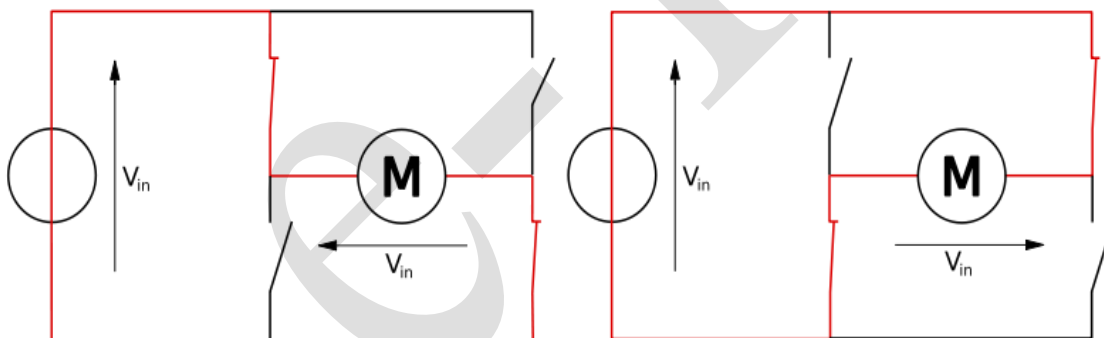
Independentemente do tipo de rede em que o controlador programável esteja, o protocolo modbus estabelece um formato comum de comunicação definindo a estrutura de comunicação, determinando como cada controlador vai reconhecer dispositivos na rede podendo encaminhar mensagens, endereçar ou extrair dados e se necessário determinar ação ou resposta a ser encaminhada aos demais dispositivos. Existem dois modos de transmissão: ASCII ou RTU, cada modo basicamente determina como as informações empacotadas nos campos de mensagem e decodificadas (HONEYWELL, 2013).

### 3.2 PONTE H

De acordo com REIS (2017) ponte h é um circuito que permite a inversão da polaridade da corrente que flui por uma carga, além de poder ligar e desligar a carga, constituído por quatro chaves eletrônicas independentes, podendo controlar velocidade de motores utilizando sinal PWM como entrada de tensão, além de controlar sentido de rotação dos motores DC dependendo de como são combinadas as chaves assim como é apresentado na figura 1.

Figura 1 -Inversão polaridade Ponte H

1



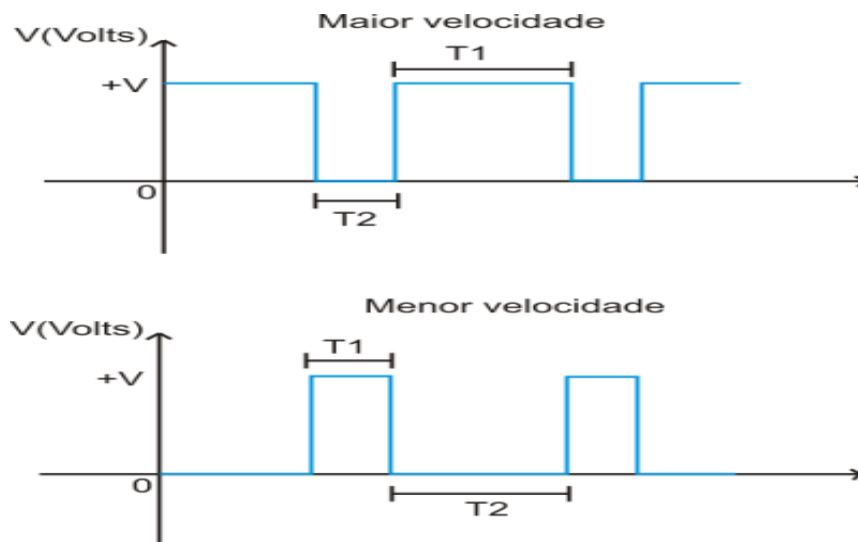
Fonte: Reis F.

### 3.3 CONTROLE PWM

Este controle consiste em variar a velocidade de um motor a partir da modulação do tempo em que a tensão é aplicada no mesmo, assim como mostrado na figura 2, sendo que além de controlar a velocidade este método também apresenta a vantagem de manter o torque mesmo em baixas rotações (Soares ,2002)

<sup>1</sup> <http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/curso-de-eletronica/como-funciona-uma-ponte-h-controlar-direcional-de-motores-dc/>

Figura 2 - Modulação por largura de pulso (PWM)

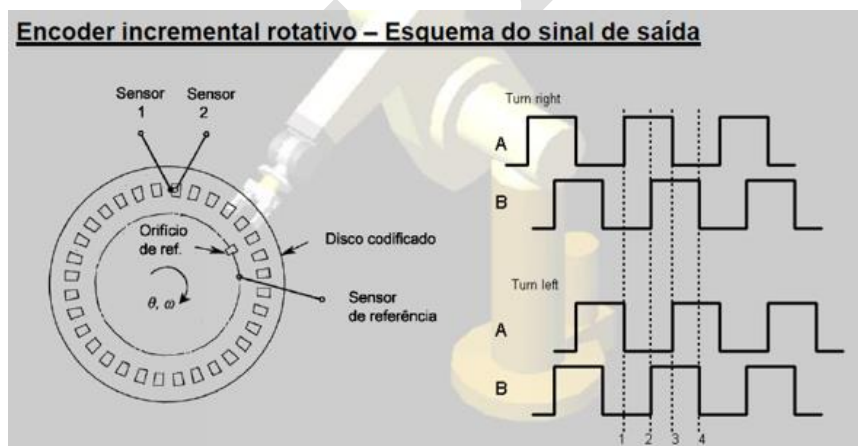


Fonte: Soares M.

### 3.4 ENCODER

De acordo com Costa (2018), encoders são transdutores capazes de converter movimentos em sinais elétricos, fornecendo quantidade fixa de pulsos por unidade de deslocamento, podendo ser rotativos ou lineares, sendo o encoder incremental o de construção mais simples tendo seu funcionamento a partir de dois sinais defasados entre si, podendo assim além da contagem de pulsos definir sentido do movimento assim como na figura 3 tendo assim condição de determinar posição através da soma destes sinal a partir de uma posição de referência.

Figura 3 - Sinais de Encoder rotativo



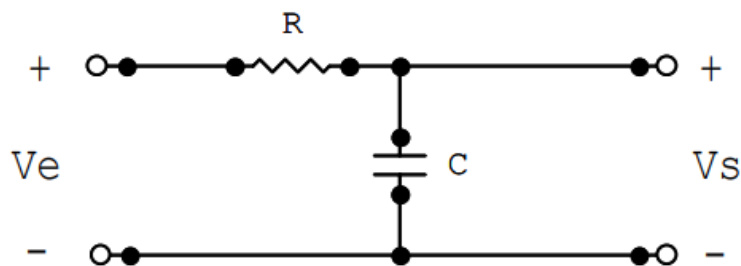
<sup>1</sup>Fonte: Professor Cesar Costa.

### 3.5 Filtro RC

<sup>1</sup> <http://professorcesarcosta.com.br/disciplinas/n7srv>.

Conforme MUSSOI(2004), um circuito RC similar o da FIGURA 4 se comporta como um filtro passa baixa, o capacitor em sinais de baixa frequência se comporta como circuito aberto pelo reatância capacitiva ser maior que a resistiva, podendo se calculado a frequência de corte por  $\omega_c = \frac{1}{RC}$ .

Figura 4 – Filtro Passa Baixa RC



Fonte: Mussoi F.

### 3.6 Interrupção em Microcontrolador

Segundo KINOSHITA, CUGNASCA e RIYUITI (2004) interrupções externas são desvios na rotina de processamento para blocos de códigos de interrupção sendo que assim que executados retorna-se ao ponto em que houve o desvio, podendo ser virtuais ou externos, sendo sua principal característica melhor aplicação em aplicações em tempo real. Em interrupções externas podem ocorrer por meio de portas paralelas, seriais ou sinais de hardware, já em interrupções por software são provocadas por operações iniciadas pelo software como por exemplo divisão por zero. Em aplicações em tempo real que em que não podem ser interrompidos, seu tratamento pode ser adiado como (por exemplo alarmes).

### 3.7 Linguagem C++

De acordo com Miranda (2018), C++ é uma linguagem de programação com finalidade geral, em qualquer plataforma, sendo uma linguagem flexível, além de permitir programação orientada a objeto e genérica, podendo ser utilizada em aplicações com pouco poder de processamento e pouca memória e diferente de algumas linguagens C++ não restringe, assim o programador tem a liberdade de correr riscos ou não, podendo explorar ao máximo a plataforma em que é programada.

### 3.8 Supervisório SCADABR

“A sigla SCADA é uma sigla do inglês para Supervisory Control And Data Acquisition, o que significa Controle Supervisório e Aquisição de Dados” (SCADA, 2010). Segundo scadaBr(2010), o sistema é de licença gratuita, estando toda documentação e código livre e a disposição, podendo ser customizado e re-distribuído como na FIGURA 5, tendo por objetivo de fazer interfaces gráficas

entre operador e processo, além de oferecer comunicação com os equipamentos e registro contínuo de dados, sendo possível gráficos em tempo real e interface intuitiva sendo as funções mais utilizadas:

- Geração de gráficos, relatórios e histórico do processo;
- Deteção de alarmes e registro de eventos em sistemas automatizados;
- Controle de processos incluindo envio remoto de parâmetros e set-points, acionamento e comando de equipamentos;
- Uso de script para desenvolvimento de lógicas de automação;

Figura 5 - Scada BR



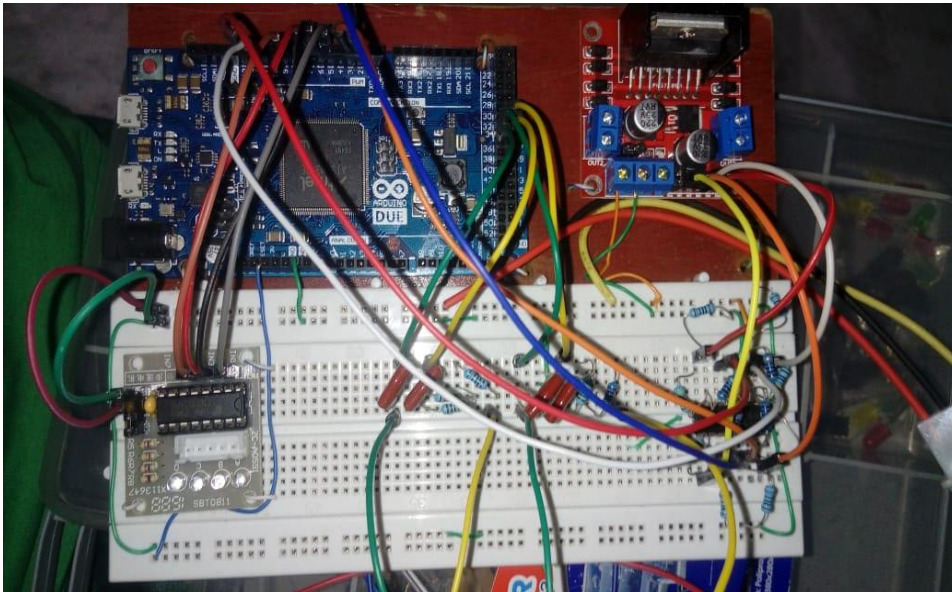
Fonte: Do Autor.

## 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 MONTAGEM

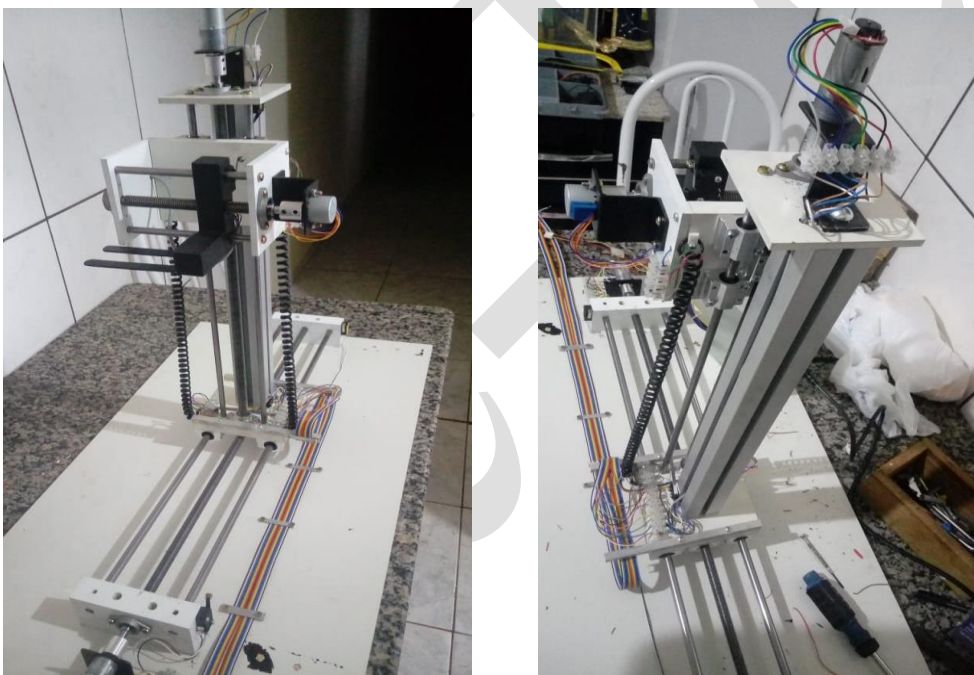
Tendo como objetivo a confirmação da viabilidade do projeto, foi utilizada a planta didática mostrada na figura 7 e com finalidade de orientação foi montado um fluxograma com a expectativa de comportamento da planta. A figura 8 apresenta o comportamento diante a pedidos de entrada e saída de estoque por supervisor. Analisando o fluxograma evidencia se que para garantir segurança a preocupação do fluxo está diretamente ligada estado da lança e para garantir a eficiência sistema o posicionamento da mesma, o estado é facilmente resolvido com um simples fim de curso contudo o posicionamento exige monitoramento constante. A tecnica adotada a para este monitoramento foi a contagem de voltas através de enconder rotativo de 244 pulsos por volta, defazados e acoplado ao eixo do motor , seu sinal pode ser visto na figura 9, contudo ouve a necessidade de condicionar os sinais pois o controlador gera uma saída PWM com uma tensão de pico de 3,3 volts e o CI adotado para variar a velocidade através de uma ponte H precisa de no mínimo de uma tensão de pico de 5 volts, para tal condicionamento foi utilizado LM324n mostrado na figura 6.

Figura 6 – Condicionamento de PWM



Fonte: Autor

Figura 7 – Planta Didática

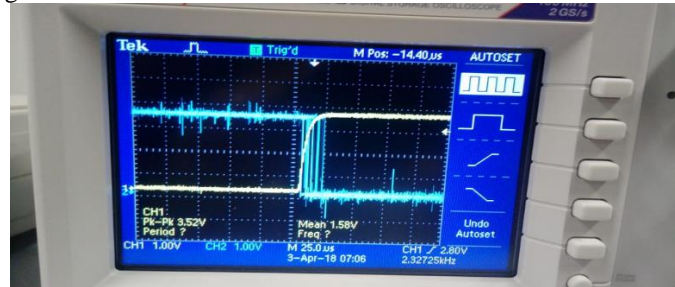


Fonte: Autor



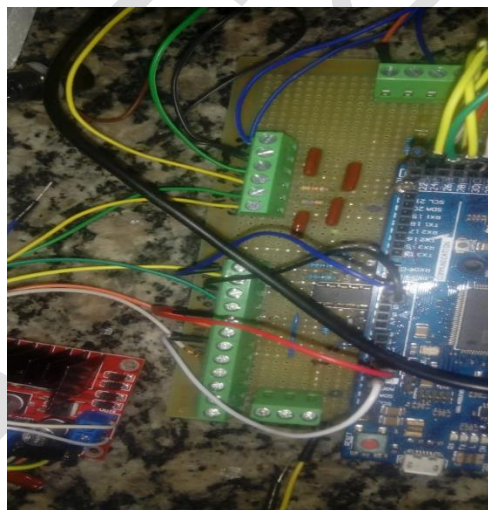
utilização de filtro RC também mostrado na figura 10 pela cor amarela, contudo ainda apresentava problemas intermitentes por outros ruídos ou mau contato dos terminais utilizados, sendo necessário deixar de lado a protoboard para uma placa de circuito impresso para o condicionamento dos sinais de entrada e saída do controlador assim como mostrado na figura 11, contudo o sistema continuou apresentando ruídos devido as tipo de conexões apresentadas no controlador sendo necessário a solda dos terminais

Figura 10 – Sinal com ruído e Filtro RC



Fonte: Autor

Figura 11 – Placa PCI



Fonte: Autor

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a proposta, é possível afirmar que os resultados foram satisfatórios, apesar dos problemas encontrados sendo viável implantação de hardware de baixo custo, contudo o investimento no mínimo em encoders com sinais de qualidade ou desenvolvimento de filtros para tratamento de sinais, podendo haver algumas limitações caso o usuário final não quiser investir em supervisor já consolidado no mercado, afim de minimizar ainda mais seu custo, dentre estas limitações integrar o banco de dados do estoque com demais setores, outra característica evidente neste sistema foi a necessidade do domínio e integração entre software e máquina, sendo necessário pessoas capacitadas para possíveis manutenções.

Tendo como objetivo futuro, a aplicação de filtro ativo nos encoders com o intuito de reduzir a tolerância de erro no posicionamento eixo do motor e introduzir monitoramento do sistema em nuvem.

## REFERÊNCIAS

BRANCO R., Sistema De Armazenamento E Recuperação Automatizado. Disponível em:<<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/3728-sistema-de-armazenamento-e-recuperacao-automatizado>>. Acesso em: 17 março. 2018.

LIMA L. Quais os benefícios de automatizar os controles na sua empresa? Seja o controle de frota ou mercadorias. Disponível em:<<http://www.cabtecgti.com.br/blog/rfid/2014/08/quais-os-beneficios-de-automatizar-o-controle-de-materiais-da-sua-empresa>>. Acesso em 13 de novembro de 2018.

COSTA., Servomecanismo N7SRV. Disponível em:<<http://professorcesarcosta.com.br/disciplinas/n7srv>>. Acesso em 05 de setembro de 2018.

HONEYWELL. Modbus® RTU Serial Communications User Manual. Disponível em: <https://www.honeywellprocess.com/library/support/Public/Documents/51-52-25-66.pdf>>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

KINOSHITA J., CUGNASCA C., RIYUITI, A., Interrupções Disponível em:<<http://www.pcs.usp.br/~jkinoshi/2005/e5roberto.doc>>. Acesso em 18 setembro . 2018.

MARTINS L, PETRÔNIO Petrônio G; ALT, Administração de Materiais e recursos Patrimoniais. Editora Saraiva, 3º ed. 2011.

MECALUX. Armazenagem para itens pequenos. Disponível em: <<https://www.mecalux.com.br/manual-de-armazenagem/sistemas-de-armazenagem/armazenagem-itens-pequenos>>. Acesso em: 8 junho. 2018.

Miranda B., Por que aprender C/C++?. Disponível em:<[http://www.linhadecodigo.com.br/artigo/2014/por-que-aprender-c\\_c.aspx](http://www.linhadecodigo.com.br/artigo/2014/por-que-aprender-c_c.aspx)>. Acesso em: 30 outubro. 2018.

MUSSOI F.; Resposta em Frequência Filtros Passivos, Disponível em: <<https://intranet.ctism.ufsm.br/gsec/Apostilas/filtropassivo.pdf>>. Acesso em: 13 novembro. 2018.

EDIÇÃO 2.0 FLORIANÓPOLIS – JULHO, 2004.  
SCADABR, ScadaBR 0.7 outubro de 2010. Disponível em:<<https://sourceforge.net/projects/scadabr/files/latest/download>>. Acesso em 16 outubro. 2018.

REIS F., Como funciona uma Ponte H – Controle direcional de motores DC. Disponível em:<<http://www.bosontreinamentos.com.br/electronica/curso-de-eletronica/como-funciona-uma-ponte-h-controle-direcional-de-motores-dc/>>. Acesso em 14 novembro. 2018.

SEBRAE. Compras regulares e promoções ajudam a manter os estoques enxutos. Jan, 2016  
Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/compras-regulares-e-promoco-es-ajudam-a-manter-os-estoques-enxutos,b8f974f4fcc5b410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em 11 de março de 2018.

SOARES, M. J. **Largura de pulso do PWM**. Disponível em:<[http://www.arnrobotics.com.br/eletronica/Microcontrolador\\_PIC\\_pratica\\_1.htm](http://www.arnrobotics.com.br/eletronica/Microcontrolador_PIC_pratica_1.htm)>. Acesso em 04 setembro . 2018.

E-TEC