

**REDE DOCTUM DE ENSINO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ANÁLISE PARA IMPLANTAÇÃO DE AUTOMAÇÃO EM BOBINADEIRA DE
MOTORES ELÉTRICOS**

OTÁVIO SANTOS COLOMBO

Trabalho de Conclusão de Curso

Caratinga/MG

2016

OTÁVIO SANTOS COLOMBO

**ANÁLISE PARA IMPLANTAÇÃO DE AUTOMAÇÃO EM BOBINADEIRA DE
MOTORES ELÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso Superior de Engenharia Elétrica do Instituto Tecnológico de Caratinga da DOCTUM Caratinga como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Professor Orientador: Daniel Mageste Butters.

Caratinga/MG

2016

TERMO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DO TRABALHO

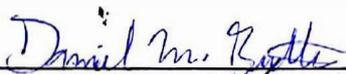
ANÁLISE PARA IMPLANTAÇÃO DE AUTOMAÇÃO EM BOBINADEIRA DE MOTORES ELÉTRICOS

Nome completo do aluno: OTÁVIO SANTOS COLOMBO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado perante a Banca de Avaliação composta pelos professores Daniel Mageste Butters, Joildo Fernandes Costa Junior e Vinicius Murilo Lima Rodrigues, às 19:00 horas do dia 12 de dezembro de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica. Após a avaliação de cada professor e discussão, a Banca Avaliadora considerou o trabalho: APROVADO (aprovado ou não aprovado), com a qualificação: ÓTIMO (Excelente, Ótima, Bom, Satisfatório ou Insatisfatório).

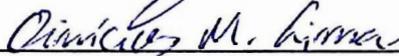
Trabalho indicado para publicação: ()SIM (X)NÃO

Caratinga, 12 de dezembro de 2016



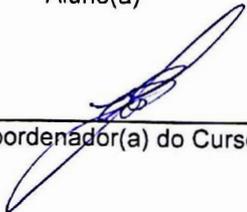
Professor Orientador e Presidente da Banca

Professor Avaliador 1



Professor Avaliador 2

Aluno(a)



Coordenador(a) do Curso

À todos os que sempre me ampararam, em especial ao meu pai Luiz Antônio Colombo e minha mãe Lúcia Helena dos Santos Colombo. A minha irmã Denise Santos Colombo e minha namorada Suely Bastos de Souza. Ao meu tio Hugo Antônio Pimenta Santos e minha prima Liliane Garcia. Aos amigos que contribuíram de alguma forma na minha formação.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção que me concedeu, e a oportunidade de poder escrever a minha história batalhando pelos meus objetivos de maneira honesta.

Em especial aos meus pais, irmã, namorada, avós, Tio, primos que me apoiaram e me deram base para que eu alcançasse essa grande conquista em minha vida. Agradeço aos proprietários e funcionários da empresa Tamoio Agrícola, por me permitir e me ajudar à fazer todos os procedimentos para implantação do sistema na máquina em sua oficina. Agradeço à todos os professores e especialmente ao orientador Daniel Mageste Butters e ao coordenador do curso Joildo Fernandes Costa Júnior em compartilhar parte de seus conhecimentos comigo, o que será fundamental para minha vida profissional.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”

(CHARLES CHAPLIN)

COLOMBO, Otávio Santos. **Análise para implantação de automação em bobinadeira de motores elétricos**. Caratinga, 2016. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Elétrica - Curso de Engenharia Elétrica. Faculdades Integradas de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2016.

RESUMO

A automação de máquinas industriais consiste em melhorar o funcionamento, diminuindo o tempo de execução e garantindo eficiência e precisão. No enrolamento de motores elétricos, a implantação da automação na máquina de bobinagem é vista com bons olhos, devido ao baixo custo e a garantia de eliminar erros na operação. A máquina manual é manuseada por um operador, sendo de sua responsabilidade a contagem de voltas de cada bobina enrolada. Sem a automação esse processo está sujeito a erros humanos, atraso na execução e necessidade de um profissional da área específica para sua operação, o que resulta em baixa produtividade de serviços, além de prejuízos em relação a erros de operação. Esse estudo tem como objetivo implantar um modelo de automação na máquina manual, diferente dos existentes no mercado nacional, visando tornar a máquina manual em uma máquina semiautomática com baixo custo, podendo ser operada facilmente por um ajudante, agilizando todo o processo e garantindo a qualidade do serviço. Utilizando contatores, sensores, relés, contador digital e etc. A implantação permitirá ao profissional da área que operava a bobinadeira manual, se dedicar mais no trabalho de instalação das bobinas no motor, deixando a operação da máquina para o seu ajudante, pois a automação agilizará a execução e minimizará os erros, aumentando consideravelmente a produção de serviço e levando ao consumidor final um serviço rápido e de qualidade.

Palavras-chave: Automação. Bobinadeira. Baixo custo.

COLOBO, Otávio Santos. **Análise para implantação de automação em bobinadeira de motores elétricos.** Caratinga, 2016. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Elétrica - Curso de Engenharia Elétrica. Faculdades Integradas de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2016.

ABSTRACT

The automation of industrial machines consists in improving the operation, reducing the execution time and guaranteeing efficiency and precision. In the winding of electric motors, the implantation of the automation in the winding machine is seen with good eyes, due to the low cost and the guarantee of eliminating errors in the operation. An operator handles the manual machine, and it is his the responsibility of counting the turns of each coil. Without automation this process can suffer due to human errors, delay in execution and the need of a professional of the specific area for its operation, which results in low productivity of services, besides losses in relation to operating errors. This study aims to implement a model of automation in the manual machine, different from those existing in the national market, aiming to make the manual machine into a semiautomatic machine with low cost, being able to be operated easily by a helper, streamlining the whole process and guaranteeing the quality of the service. Using contactors, sensors, relays, digital counter and etc. The implantation will allow the professional of the area that operated the manual winding machine to devote more time to the installation work of the coils in the motor, leaving the operation of the machine to its helper, since the automation will speed up the execution and minimize the errors considerably by increasing the production of service and bringing the final consumer a fast and quality service.

Key-words: Automation. Winding machine. Low cost..

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Bobinadeira de motores elétricos. Fonte: acervo do autor	16
Figura 2	– Passo polar da bobina. Fonte: VITORIA (2006.p7)	17
Figura 3	– Motor empapelado com forma modelada. Fonte: Acervo do autor	18
Figura 4	– Retirada da bobina pronta na bobinadeira. Fonte: Acervo do autor	18
Figura 5	– Motor 5cv Trifásico em fase de rebobinamento. Fonte:	20
Figura 6	– Universo tecnológico em motores elétricos. Fonte: Weg S.A.	22
Figura 7	– Princípio de Funcionamento. Fonte: Weg S.A.	23
Figura 8	– Motor de corrente contínua. Fonte: Pereira, 2010,p.35	24
Figura 9	– Retificador oc com filtro capacitivo. Fonte: (Silva,p24)	25
Figura 10	– Circuito de disparo do tiristor. Fonte: (Simas,p.12)	26
Figura 11	– Circuito retificador de onda completa. Fonte:(Simas,p.17)	26
Figura 12	– Botoeira. Fonte:(Souza,2009,p.12)	27
Figura 13	– Comando de partida direta. Fonte: (Weg guia de seleção de partidas,p.4) . .	28
Figura 14	– Disjuntor de disparo magnético. Fonte:(Souza ,2009,p.19)	29
Figura 15	– Da esquerda para direita: contator auxilia, mini contator de potência, contator de potência. Fonte:Weg	30
Figura 16	– Princípio de funcionamento. Fonte: (Souza,2009,p.16)	30
Figura 17	– Relés de sobrecarga. Fonte:Weg	31
Figura 18	– Gráficos acionamento x tempos dos relés. Fonte: (Souza,2009,p.15	32
Figura 19	– Sensor fim de curso. Fonte:(Amorim,2010,p.9)	33
Figura 20	– Encoder Absoluto. Fonte: Acervo do autor	34
Figura 21	– Encoder óptico. Fonte: Braga	34
Figura 22	– Esquema de funcionamento do conjunto coletor e escovas. Fonte: (Santana.p.10)	35
Figura 23	– estrutura da máquina. Fonte: Acervo do Autor	37
Figura 24	– Placa ajustável das formas. Fonte: Acervo do Autor	40
Figura 25	– Diagrama Multifilar do circuito de comando. Fonte: Acervo do Autor.	42
Figura 26	– Placa ajustável com sensores.Fonte: Acervo do Autor.	43
Figura 27	– Diagrama Multifilar do circuito de carga. Fonte: Acervo do autor.	44
Figura 28	– Diagrama Multifilar do circuito do contador no circuito de comando. Fonte: Acervo do Autor.	46
Figura 29	– Fluxograma de funcionamento. Fonte: Acervo do Autor.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Tempo de bobinagem de uma bobina com grupo de 3. Fonte: Acervo do Autor.	47
Tabela 2	– Tabela dos custos de materiais. Fonte: Acervo do autor.	48
Tabela 3	– Comparação de custos. Fonte: Acervo do autor	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Amperes
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
Cm	Centímetros
Cv	Cavalos-vapor
Mm	Milímetros
NA	Normalmente aberto
NF	Normalmente fechado
NC	Contato comum
R	Resistor
r	Raio
RPM	Rotação por minuto
V	Volts
W	Velocidade angular

LISTA DE SÍMBOLOS

Γ	Letra grega Gama
Λ	Lambda
ζ	Letra grega minúscula zeta
\in	Pertence

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO GERAL	16
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	16
2.2 FUNCIONAMENTO DE UMA MÁQUINA DE ENROLAMENTO DE MOTORES ELÉTRICOS OPERADA MANUALMENTE	16
2.3 FUNCIONAMENTO DE UMA MÁQUINA DE ENROLAMENTO DE MOTORES ELÉTRICOS OPERADA MANUALMENTE	17
2.4 ROTAÇÃO MÉDIA E TEMPO TOTAL DO PROCESSO	19
3 REVISÃO LITERÁRIA	21
3.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, NA BOBINADEIRA MANUAL DE MOTORES ELÉTRICOS.	21
3.2 MÉTODO DE AUTOMAÇÃO	21
3.3 DISPOSITIVOS DO SISTEMA	21
3.3.1 Motor elétrico	22
3.3.2 Motor monofásico	24
3.3.3 Motor elétrico CC	24
3.3.4 Conversor ac/dc	25
3.3.5 Acionamentos	27
3.3.5.1 Botões	27
3.3.5.2 Pedal de comando	28
3.3.6 Dsjuntores de baixa tensão	28
3.3.7 Contatores	29
3.3.8 Relé bi metálico de sobrecarga	31
3.3.9 Relé de tempo	31
3.3.10 Sensor fim de curso	32
3.3.11 Encoder	33
3.3.12 Anel coletor e escovas	35
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS	36
4.1 IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO	36
4.1.1 CARACTERÍSTICA DO SISTEMA	36
4.1.2 ALTERAÇÕES MECÂNICAS	36
4.1.2.1 Sistema elétrico de bobinamento	37
4.1.3 Sistema automático do ajuste das formas	39
4.2 ESQUEMA ELÉTRICO DO SISTEMA SEMI-AUTOMATIZADO	40
4.3 ESQUEMA ELÉTRICO DO CONTADOR DIGITAL NO CIRCUITO DE COMANDO	44

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	47
4.4.1 Análise do funcionamento após a automação	47
4.4.2 Custo total para implementação do sistema	48
4.4.3 Comparação geral da máquina elétrica com máquina similar no mercado	48
5 CONCLUSÃO	50
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICE A Título do Apêndice	52
A.1 Apêndice 1	52
A.2 Apêndice 2	53
A.3 Apêndice 3	54
A.4 Apêndice 4	54
A.5 Apêndice 5	55
A.6 Apêndice 6	56
A.7 Apêndice 7	56
.1 Anexo 1	57
.2 Anexo 2	58
.3 Anexo 3	59
.4 Anexo 4	60
.5 Anexo 5	61

1 INTRODUÇÃO

O motor elétrico é um dos principais equipamentos utilizados em todo o tipo de máquina rotativa, como nas indústrias, usinas, fábricas, máquinas agrícolas, comércios, etc. É um equipamento em que a manutenção correta é indispensável para o bom funcionamento e uma boa vida útil. Ele é constituído por uma carcaça bobinada, um rotor, rolamentos, tampas, ventoinha, entre outros. Quando ocorre à queima do enrolamento, este motor entra em processo de reparo geral, aonde será feito o recondicionamento do motor. Este processo de manutenção se divide em 4 partes: 1 - A retirada de todas as bobinas, copiando o esquema (tipo de ligação, número de espiras, bitola do condutor), 2 - O empapelamento (será introduzido dentro das ranhuras, o material isolante), 3 - Bobinas de cobre (será enroladas na bobinadeira, e colocadas no motor), 4 - O acabamento final (feita as ligações soldadas, isolamentos entre as bobinas, e por fim o envernizamento).

Esse estudo está voltado para a terceira parte, onde as bobinas de cobre são feitas por uma bobinadeira, que necessita de um operador (sendo necessário que seja o profissional da área, pois requer toda a responsabilidade), porém estará submetida a erro humanos, podendo gerar atraso na execução, baixa qualidade do serviço, onde resultará em um mal funcionamento do motor, reduzindo gradativamente a sua vida útil.

O objetivo é realizar um estudo em automação de uma bobinadeira manual de motores elétricos, projetando um sistema que seja confiável para a contagem de espiras, que agilize o processo, que possa ser operado por um ajudante de modo que o profissional não tenha necessidade de parar o serviço para executar este passo da manutenção, e conseqüentemente aumentando a produção de serviço. E que tenha os custos de implementação acessíveis para o mercado. Será feita uma análise do funcionamento de uma bobinadeira manual de motores elétricos na prática, a fim de recolher dados necessários para definir as rotações dos motores e a programação ideal que proponha confiabilidade nas contagens das voltas e maior agilidade na execução.

O projeto de automação utilizará dois motores, o principal que ficará responsável por girar o mancal, e um pequeno motor que será responsável pelo ajuste das formas. O sistema também necessitará de contadores, para acionamento dos motores, botoeiras, relés de tempo, contador para determinar a quantidade de voltas desejada, sensores que irão fazer a contagem de voltas, fim de curso para poder para o motor 2 de acordo com o ajuste das formas.

A estrutura da bobinadeira também passará por alterações mecânicas para que esse sistema possa ser implantado. Para poder automatizar a retirada da bobina depois de pronta pelo ajuste das formas, o trilho aonde está fixado as formas presas por parafusos serão substituídos por uma barra roscada onde a forma terá sua base presa a uma porca, assim quando o motor 2

for acionado movimentará a forma até que o dispositivo fim de curso a pare. Também será feito inclusão de um outro mancal para fazer um jogo de polias para resultar na rotação definida pela prática.

O atual estudo foi efetuado em três capítulos. No primeiro capítulo, será analisado detalhadamente o funcionamento da bobinadeira manual de motores elétricos. O segundo capítulo será concentrado no projeto elétrico e no método utilizado de automação, onde será implantado na máquina manual, afim de torná-la semiautomática, estudando conceitos sobre funcionamento de contadores, contadores, relés. E finalmente no terceiro capítulo será apresentado o projeto finalizado, com todo o sistema elétrico, assim como alterações mecânicas necessárias, e análise de custos.

O tema do trabalho engloba várias áreas da engenharia elétrica, assim como: Automação, instalações elétricas, eletrotécnica industrial, sendo de elevado valor, pois aprimora conhecimentos que será útil no mercado de trabalho do engenheiro eletricitista.

2 REVISÃO GERAL

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

2.2 FUNCIONAMENTO DE UMA MÁQUINA DE ENROLAMENTO DE MOTORES ELÉTRICOS OPERADA MANUALMENTE

Nesse estudo, será analisado detalhadamente o funcionamento da bobinadeira manual, com o objetivo de recolher todos os dados necessários para ser elaborado a automação do sistema elétrico em conjunto com as alterações mecânicas necessárias para implantação do projeto, visando flexibilidade, confortabilidade, confiabilidade, na operação que poderá ser executada por um ajudante. Um outro fator que será abordado nessa análise será os custos da implantação com objetivo de resultar em uma máquina semiautomática de baixo custo. Nessa análise utilizamos, como referência, uma máquina manual de construção caseira, ou seja, toda a estrutura foi feita com material de ferro velho. A máquina foi feita com canos de ferro, um eixo, dois rolamentos, cantoneiras, chapa de ferro, *na oficina na Tamoio Agrícola, situada no bairro Zacarias em Caratinga, Minas Gerais*. A figura 1 mostra a bobinadeira manual.

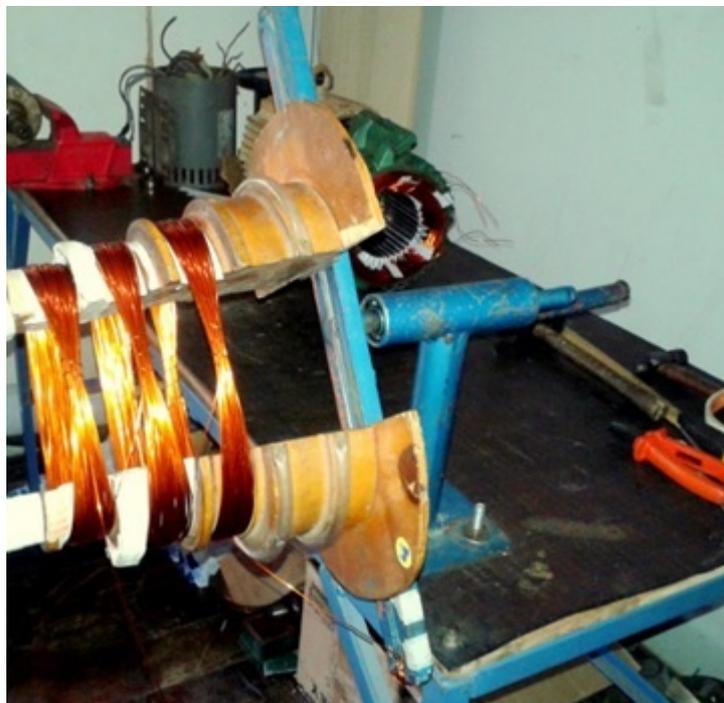


Figura 1: Bobinadeira de motores elétricos. Fonte: acervo do autor

2.3 FUNCIONAMENTO DE UMA MÁQUINA DE ENROLAMENTO DE MOTORES ELÉTRICOS OPERADA MANUALMENTE

O primeiro passo nessa fase de manutenção será a modelagem do tamanho das bobinas, determinado pela distância em dentes entre o início de duas bobinas interligadas da mesma fase. O passo polar define a região onde será concentrado um polo magnético formado por esta bobina. A figura 2 mostra o passo da bobina entre as ranhuras.

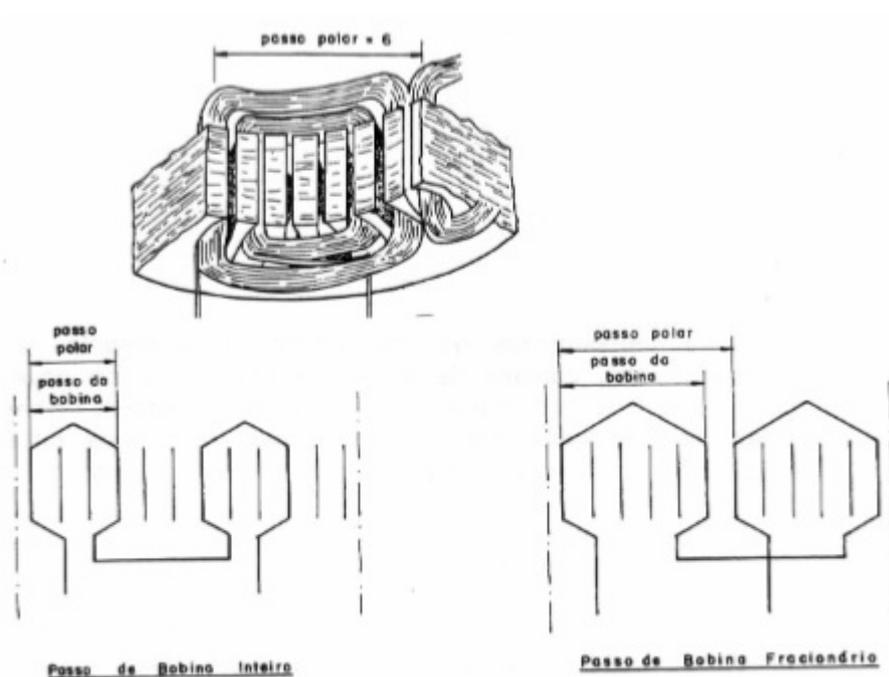


Figura 2: Passo polar da bobina. Fonte: VITÓRIA (2006.p7)

A distribuição das bobinas de fase pode ser feita de tal forma que os dois lados da bobina fiquem posicionados em determinadas ranhuras nas quais a tensão induzida está defasada 180° elétricos, ou seja, a tensão induzida na bobina será o dobro da tensão induzida em um lado da bobina.

O passo de bobina é a distância em dentes entre os dois lados da mesma bobina. O eletricitista enrolador fará os moldes do tamanho ideal das bobinas assim que terminar todo empapelamento do motor, utilizando o poliéster (material de isolamento), de acordo com o tipo do motor e rotação específica, onde o passo varia em função da velocidade do motor. A figura 3 mostra um motor isolado com poliéster com os moldes prontos, contendo 3 grupos de bobinas com passo 8-10-12.



Figura 3: Motor empapelado com forma modelada. Fonte: Acervo do autor

A seguir os moldes deverão ser ajustados nas formas de bobinamento. Essas formas estão fixadas por parafusos no trilho preso ao eixo, assim que elas estiverem ajustadas e apertadas o electricista enrolador deverá colocar o carretel ou carreteis com as bitolas destinada ao motor no chão em frente a bobinadeira e amarrar o (os) fio (fios) na extremidade do trilho. Logo depois começará a girar a manivela para frente mantendo a atenção e contando volta por volta até chegar no número de voltas que foi contando na retirada do cobre queimado. A diante mudará o fio para a parte menor da forma e fará a contagem novamente, a repetindo até completar o número de grupos do esquema do motor. Assim que terminar a primeira bobina, elas devem ser amarradas e por fim o parafuso de uma das formas pode ser desapertado para que a forma possa ser movimentada pelo trilho, e assim a bobina ser removida. Após a retirada da bobina, a forma deve voltar exatamente para o mesmo local que estava anteriormente, pois as próximas bobinas devem ser feitas com o mesmo tamanho, uma diminuição considerável no tamanho da forma impossibilitará a colocação da bobina no motor, a tornando inutilizável, gerando prejuízos com material e atraso na execução. A figura 4 mostra a bobina feita na bobinadeira, e a retirada da bobina.



Figura 4: Retirada da bobina pronta na bobinadeira. Fonte: Acervo do autor

2.4 ROTAÇÃO MÉDIA E TEMPO TOTAL DO PROCESSO

A rotação da máquina e o tempo total variam de acordo com o profissional que está a operando de modo geral e também de acordo com o tipo de bobina que está sendo enrolada. No entanto, se tratando de uma máquina manual, nem sempre o operar ser mais rápido, irá resultar em um bom serviço, pois ele pode ser rápido e também cometer erros na contagem das espiras o que geram correntes desbalanceadas no motor, diminuindo a sua vida útil de trabalho. Foi utilizado um motor trifásico de 5cv e 4 polos que estava em processo de rebobinamento para fazer o teste, simular a rotação máxima que o operador pudesse executar, utilizando dois carreteis de fios simultaneamente para fazer as bobinas, deixando claro que essa rotação simulada não é utilizada pelos enroladores, pois é bem desgastante, sendo necessária para estipular uma rotação para o sistema elétrico à ser estudado. Foi cronometrado um tempo de 25 segundos para ser feito um grupo da bobina contendo 60 voltas, sendo passada para minuto, utilizando uma simples regra de três, sendo expressa pela equação 1 para definir a rotação.

$$W = \frac{X * Y}{S}$$

Onde:

- W: Rotação desejada;
- X: Número de voltas encontrado;
- Y: Tempo de um minuto em segundos;
- S: Tempo gasto do processo

Sendo assim temos:

$$W = \frac{60 * 60}{25} = 144RPM$$

O tempo normal de bobinamento executado sem esforço, foi medido em 35 segundos para a mesma quantidade de voltas, sendo calculado pela equação:

$$W = \frac{60 * 60}{35} = 102,8RPM$$

De acordo com essa análise, o tempo total para enrolar e retirar a bobina foi de aproximadamente 5 minutos, considerando o tempo de bobinamento, mais o tempo para amarrar cada bobina e retirá-la, deixando a forma exatamente no mesmo local., totalizando 30 minutos para a execução das 6 bobinas deste motor. Porém a bobinadeira executada manualmente, além de provocar possíveis de erros de contagem das espiras, perda de bobina por encurtamento da

forma devido a pressa em apertar o parafuso da forma no instante de ajusta-lo novamente mesmo no local marcado, quando não é apertado corretamente, a forma se movimentará no instante da execução e só será percebido no momento de coloca-las , também gera um desgaste físico no operador no decorrer do trabalho, diminuindo o seu rendimento no momento de colocação das bobinas no motor, onde necessita de técnica junto com um pouco de força. A figura 5 mostra o motor de 5cv em processo de manutenção.



Figura 5: Motor 5cv Trifásico em fase de rebobinamento. Fonte:

Todas essas situações acima deverão ser consideradas e instaladas, e os pontos aonde acontecem os erros, minimizados. O tempo de execução será diminuído, e a qualidade final do serviço assegurada, podendo ser operada por um ajudante com a mesma segurança.

3 REVISÃO LITERÁRIA

3.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, NA BOBINADEIRA MANUAL DE MOTORES ELÉTRICOS.

Este trabalho tem como objetivo analisar o funcionamento de uma bobinadeira de motores elétricos operada manualmente para se obter dados necessários, com o intuito de montar uma programação e transcrevê-la para um método de automação que tenha menor custo-funcional, a fim de ser implantado na máquina, a tornando semi-automática, que possa ser operada por um ajudante, dispensando o profissional de fazer essa parte do serviço. No capítulo anterior analisamos a estrutura e o funcionamento de uma bobinadeira manual na prática. A seguir estudaremos o método de automação e os itens necessários para compor o sistema, tendo como requisitos a qualidade do serviço, agilidade na execução, baixa e simples manutenção, bom custo-benefício

Será estudado adiante todos os componentes para montar o sistema de automação, que concederão ao sistema precisão na contagem de espiras, garantia do tamanho das formas, conforto para o operador e aumento de produção.

3.2 MÉTODO DE AUTOMAÇÃO

Com o objetivo de impalantar a motorização semi automatizada em uma máquina de uso manual, será estudado o método de comandos elétricos. De acordo com JUNIOR (2016.p02): "Os dispositivos de comandos são elementos de comutação destinando a permitir ou não passagem de corrente eletétrica entre um ou mais pontos de um circuito."

São equipamentos de baixo custo e alta confiabilidade, composto de circuito de força que podem ser conectados a motores elétricos, e curcuito de comando que contempla lógica de acionamentos de dispositivos de manobra e proteção.

3.3 DISPOSITIVOS DO SISTEMA

A inclusão desse sistema elétrico motorizado e semi-automatizado para à máquina manual, será constituído de motores elétricos, dispositivos de proteção, contadores, contador digital, botoeiras, relés, sensores, entre outros. A escolha correta desses componentes será fundamental para o bom funcionamento do sistema.

3.3.1 Motor elétrico

O motor elétrico é uma máquina destinada a converter energia elétrica em energia mecânica, para ser utilizado no acionamento e funcionamento de diversas máquinas e equipamentos. São classificados em síncronos (caracteriza-se por ter a mesma velocidade de rotação do campo girante da armadura em regime permanente e por não possuir conjugado de partida. E assíncronos, onde é chamado de motor de indução, pois seu princípio de funcionamento está relacionado a indução eletromagnética. A figura 6 mostra diversos tipos de motores elétricos.

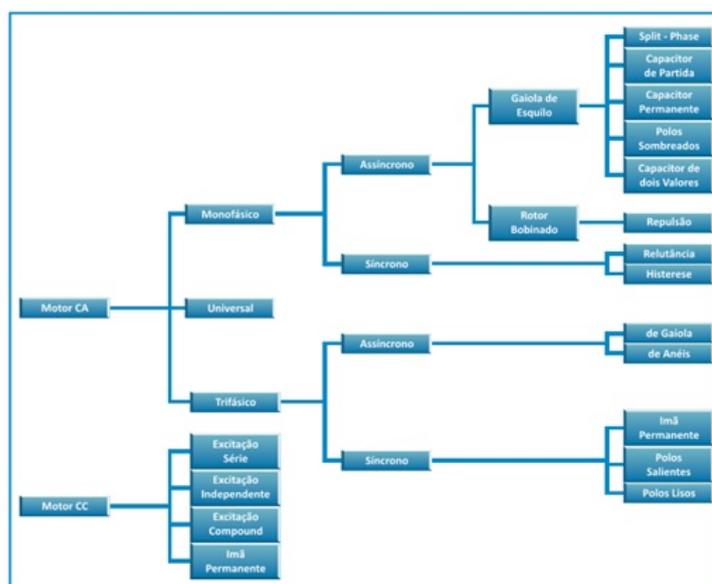


Figura 6: Universo tecnológico em motores elétricos. Fonte:Weg S.A.

3.3.1 Motor elétrico de indução CA trifásico

O motor mais utilizado no mercado nacional é o motor de indução trifásico. Funcionam a partir de uma bobina, quando é percorrida por uma corrente elétrica criando um campo magnético entre o estator (aonde fica instalado as bobinas) e o rotor, o fazendo girar no sentido do campo magnético girante. Segundo VAZ OLIEIRA (2010.p57): “O enrolamento trifásico é formado por três enrolamentos monofásicos defasados 120° , inserindo uma tensão trifásica no motor, as correntes I_1 , I_2 e I_3 , criará um campo magnético cada, H_1 , H_2 e H_3 , que por sua vez também serão deslocados angularmente entre si em 120° ”. Na figura 7 mostra basicamente o funcionamento do motor trifásico.

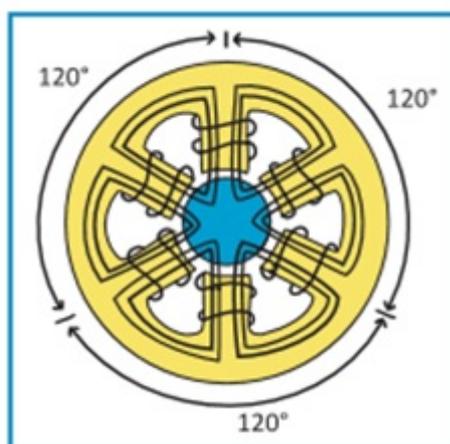


Figura 7: Princípio de Funcionamento. Fonte: Weg S.A.

Esse motor é o que necessita de menos manutenção, pois diferente dos outros tipos de motores que utilizam escovas com carvãos junto com anéis coletores, e também capacitores, platinados e centrífugos, peças que tem desgaste e precisam ser trocadas periodicamente. Segundo TELLES (2016.p3) “Motores assíncronos com rotor do tipo gaiola são simples e de construção robusta, o rotor é quase indestrutível e o estator bem simples, sem centelhamento durante o funcionamento, podendo suportar elevadas sobrecargas”.

Sua velocidade síncrona depende da frequência da rede e do número de polos. Construtivamente os enrolamentos podem possuir um ou mais pares de polos que se encontram sempre alternadamente dispostos no enrolamento. A cada ciclo o campo magnético girante percorre um par de polos, assim, a velocidade do campo é dada pela expressão (FILIPPO FILHO, 2000), sendo representada pela equação:

$$n_s = \frac{120 * f}{P}$$

Onde:

- n_s : Velocidade síncrona do motor;
- 120: Constante;
- f : Representa a frequência da rede;
- P : Quantidade de polos do motor.

O motor de indução trifásico é de alta confiabilidade, versatilidade e de fácil automatização.

3.3.2 Motor monofásico

Os motores monofásicos também são utilizados na indústria em pequena escala, na maioria dos casos são utilizados em aplicações prediais e residenciais, que geralmente não existe a instalação trifásica à disposição. O seu funcionamento, devido a ausência de uma fase, resulta na extinção do campo girante perdendo a capacidade de partida., eles necessitam de mecanismos complementares para o auxílio na partida, pois o campo girante quando estiver em movimento, o motor irá permanecer em movimento. Segundo OLIVEIRA (2010,p72): “Existem vários tipos de motores monofásicos que estão relacionados ao método de partida, que deverão ser escolhidos de acordo com a necessidade de trabalho a ser exercido.” Os motores monofásicos podem ser; com capacitor de partida, com capacitor permanente, e com os dois simultaneamente. São motores que requerem maior manutenção se comparados aos motores trifásicos, pois além dos capacitores, são constituídos do conjunto platinado e centrífugo, onde são peças que tem a função de desligar o capacitor, enquanto o motor estiver em funcionamento.

3.3.3 Motor elétrico CC

Os motores de corrente contínua são utilizados especificamente em determinados casos em razão de terem velocidades variáveis. Esse motor se diferencia o estator com polos indutores, o rotor com enrolamento induzido e o comutador. Ele é constituído por duas partes: parte estática; estator que envolve as sapatas polares, aonde são enrolados os fios de cobre formando as bobinas e pela parte móvel, definida como rotor, cujo são enrolados fios de cobre e tem um contato elétrico fixo chamado de coletor, que recebe a tensão contínua através de escovas de carvão, que ficam instaladas sobre a superfície. As escovas ficam dentro de uma peça fixa no estator denominada porta escovas e são presas pela força mecânica de uma mola. A figura 8 mostra a construção de um motor de corrente contínua com escovas:



Figura 8: Motor de corrente contínua. Fonte: Pereira, 2010,p.35

A circulação de corrente nas bobinas do estator acontece quando o rotor entra em movimento, essa corrente é transferida pelo comutador(coletor). O comutador opera como uma combinação automática de chaves ,mantendo a corrente no mesmo sentido do condutor. O sentido de rotação é facilmente invertido quando se troca a polaridade da alimentação.

O campo magnético originado nas bobinas do induzido, pela passagem de corrente elétrica deforma o fluxo indutor dando lugar a forças que obrigam os condutores a se deslocarem no sentido que há menor número linhas de força.

3.3.4 Conversor ac/dc

Na maioria das instalações elétricas são utilizados motores de corrente alternada, devido ao fornecimento de energia utilizada no Brasil, porém em alguns casos, necessita-se da utilização de motores de corrente contínua. Para o funcionamento desses motores é necessário a instalações de conversores de corrente alternada para corrente contínua, chamado de retificadores. Os retificadores são classificados de acordo com a sua capacidade de ajuste de tensão, podendo ser controlados ou não controlados; segundo o tipo de tensão alternada (monofásica, trifásica); de acordo; e pelo tipo de conexões dos elementos retificadores. Os retificadores não controlados são constituídos somente de diodos, portanto não existe a possibilidade de controle de tensão, devido à falta de interruptores controláveis.

A amplitude da tensão de saída DC é determinada pela amplitude da tensão de alimentação AC. Entretanto, a saída da tensão DC contém componentes AC significativas, as quais recebem o nome de ondulação. Para eliminar a ondulação, costuma-se inserir um filtro capacitivo após o retificador.

A figura 9 mostra o esquema de um retificador não controlado com filtro capacitivo:

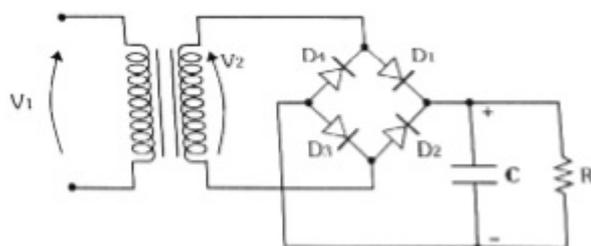


Figura 9: Retificador oc com filtro capacitivo. Fonte: (Silva,p24)

Os retificadores controlados possuem tiristores, possibilitando o controle do ângulo de disparo (diferença entre o instante de cruzamento pelo zero e o disparo do tiristor), podendo assim controlar a potência de saída. Eles podem operar com chaveamento em baixa e alta frequência, e podem ser de meia onda e onda completa. Com a inclusão dos elementos scr, resistores e

capacitores, se pode controlar a potência. A figura 10 abaixo mostra um circuito de disparo do tiristor de um retificador de meia onda:

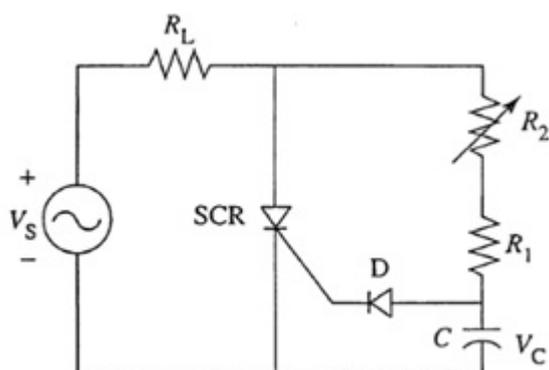


Figura 10: Circuito de disparo do tiristor. Fonte: (Simas,p.12)

Seu funcionamento se baseia a partir que um sinal defasado de tensão é produzido pelo circuito de disparo, onde o R_2 regula a defasagem e posteriormente o ângulo de disparos.

O circuito de retificação de meia onda não é muito utilizado, pois produz alta ondulação na tensão de saída. Já os retificadores controlados de onda completa, tem uma diminuição dessa ondulação devido o efeito da indutância da carga. A figura 12 mostra um dos modelos de circuitos retificador controlado de onda completa:

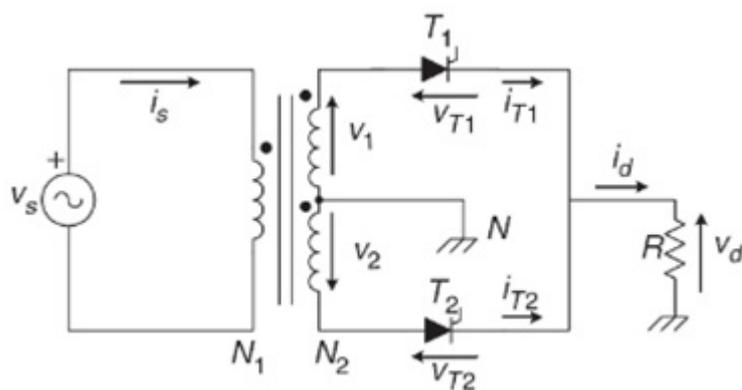


Figura 11: Circuito retificador de onda completa. Fonte:(Simas,p.17)

Há uma diversidade de modelos de retificadores no mercado. Porém será utilizado para alimentação do motor de corrente contínua do automático das formas das bobinas, o retificador monofásico de onda completa, chamado de fonte 12v.

3.3.5 Acionamentos

3.3.5.1 Botoeiras

As botoeiras são as principais componentes de acionamento entre o homem e a máquina. Segundo SOUZA (2009.P12): “A botoeiras fazem parte da classe de componentes denominada “elementos de sinais”. Estes são dispositivos pilotos e nunca podem ser ligados diretamente nos motores elétricos”. A figura 12 mostra o esquemático de uma botoeira.



Figura 12: Botoeira. Fonte:(Souza,2009,p.12)

O funcionamento da botoeira é simples, quando se aciona o botão, o contato móvel se desloca, fazendo com que os contatos (NA) se fechem, e os contatos (NF) se abram. De acordo com SOUZA (2009. P12): “Assim que solta o botão de ligar na botoeira, haverá retorno para a posição de repouso através de uma mola.” Como pode ser observado na figura 8. O entendimento deste conceito é fundamental para compreender o porquê da existência de um selo no circuito de comando. As botoeiras são aplicadas para o acionamento de contatores, que alimentam tensão para os motores. A figura 13 mostra o esquema de comando de partida com botoeira acionando um contator:

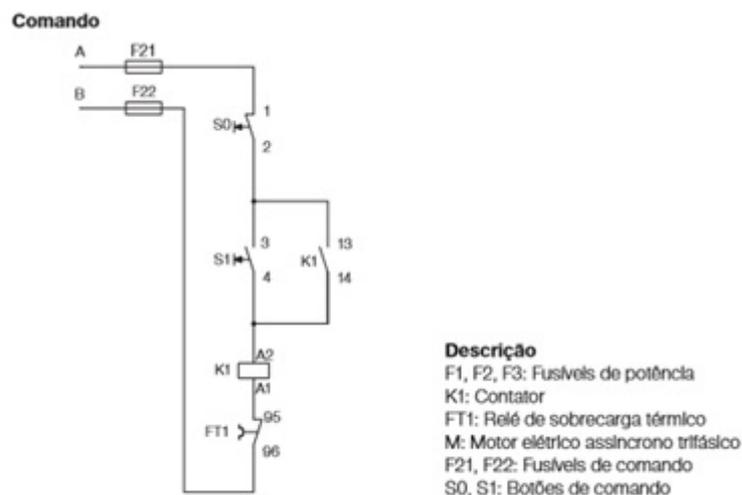


Figura 13: Comando de partida direta. Fonte: (Weg guia de seleção de partidas,p.4)

Podemos compreender as ligações da botoeira acima, o contato (NF) 1 é alimentado por uma fase da rede elétrica, o contato (NF) 2 é ligado ao contato (NA) 3 e ao (NA) 13 do contator K1, o contato (NA) 4 é ligado a bobina (A2) do contator K1 juntamente com o (NA)14 do contator K1, a bobina (A1) do contator é ligada em série com um relé de sobrecarga e ligada na outra fase da rede. Quando o botão de ligar é acionado, a energia chega até a bobina (A2) do contator K1, acionando o próprio, que fechará os contatos (NA)13 e (NA)14, mantendo o circuito energizada mesmo depois de soltar o botão.

3.3.5.2 Pedal de comando

O pedal de comando tem o mesmo princípio de funcionamento das botoeiras, porém são utilizados no acionamento, onde a parada imediata não possa ser executada pelas mãos.

3.3.6 Dsjuntores de baixa tensão

Os disjuntores de baixa tensão são dispositivos para proteção.de instalações, equipamentos elétricos e comando. Segundo MAMEDE (2010.p320).“A função dos disjuntores é conduzir continuamente a energia sob condições nominais e interromper o circuito quando eventuais correntes de sobrecarga e de curto-circuito.”A figura 14 mostra a parte interna de um disjuntor magnético.

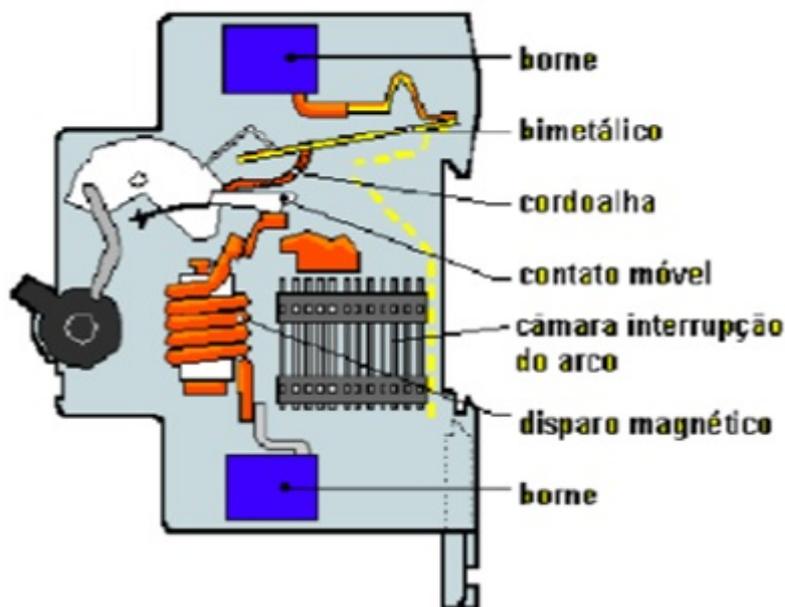


Figura 14: Disjuntor de disparo magnético. Fonte:(Souza ,2009,p.19)

O disjuntor de disparo magnético é equipado com uma bobina, que é acionada assim que a corrente nominal do disjuntor é ultrapassada, o acionamento da bobina provoca uma atração magnética no induzido, processando a ação de desengate do mecanismo que mantém o circuito fechado, fazendo com que os contatos se abram, protegendo a instalação e os equipamentos elétricos.

3.3.7 Contatores

Os contatores são dispositivos utilizados para acionamento de motores elétricos, pois seus contatos suportam cargas elevadas, podendo abrir e fechar o circuito sem o efeito de arco elétrico. Eles podem ser conectados a relés de sobrecorrente para proteção de sobrecarga e outros tipos de relés e sensores para executar comandos automaticamente. São utilizados na maioria de partidas de motores elétricos. São dispositivos de manobra mecânica, de atuação magnética, construídos para uma elevada frequência de operação, destinados à interrupção de um circuito em carga ou vazio, podendo suportar um grande número de manobras e cujo arco é extinto no ar, sem afetar o seu funcionamento: Basicamente existem dois tipos de contatores: os de carga, e os auxiliares (utilizados para fazer funções lógicas, acionando somente outros contatores, relés, etc.). Na figura 15 mostra os contatores de carga e auxiliar.



Figura 15: Da esquerda para direita: contator auxilia, mini contator de potência, contator de potência. Fonte:Weg

A figura 16 mostra o esquemático de um contator.

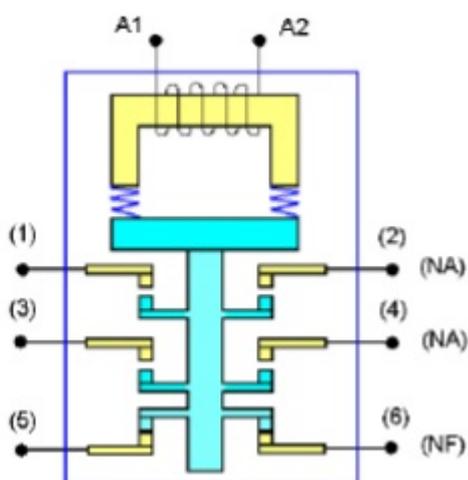


Figura 16: Princípio de funcionamento. Fonte: (Souza,2009,p.16)

Seu princípio de funcionamento baseia-se na força magnética que tem origem na energização de uma bobina e na força mecânica proveniente do conjunto de molas preso à estrutura dos contatos móveis. Quando a bobina é energizada, a força eletromecânica desta sobrepõe-se à força mecânica das molas preso à estrutura dos contatos móveis.

3.3.8 Relé bi metálico de sobrecarga

São dispositivos utilizados em conjunto com o contator de carga. Segundo MAMEDE (2010.p329): “São dispositivos equipados com um par de lâminas fabricada com metais de diferentes coeficientes de dilatação linear, para que quando percorrer uma corrente acima do ajustado pelo relé, aquecerá o bimetal provocando pela dilatação térmica das lâminas a operação de um contato móvel. ” Os relés de sobrecarga funcionam acoplados aos contatores, podendo manobrar circuito em geral, ele é muito utilizado na proteção de motores elétricos, possuem um ajuste de corrente para ser ajustado de acordo com a corrente nominal do motor. É indispensável a instalação de fusíveis para proteção do relé de sobrecarga, contracorrentes de curto circuito, geralmente os valores são fornecidos pelos fabricantes. A figura 17 mostra alguns modelos de relé de sobrecarga:



Figura 17: Relés de sobrecarga. Fonte:Weg

3.3.9 Relé de tempo

Os Relés temporizadores são dispositivos para variação de manobras que necessitam de temporização em circuitos de comando. Segundo NISKIER (2005.p170): “Eles tem excitação permanente e acionamento em corrente alternada. Os modelos de relés eletrônico também pode ser alimentados por corrente contínua.”

Eles permitem a ação de acordo com o ajuste de um tempo pré determinado, mudando a posição do contato de saída, funciona como um interruptor. De acordo com SOUZA (2009.p15):“Eles possuem faixas de ajuste de 0,3s a 30min e podem ser classificados nos seguintes tipos: Retardo na energização, assim que energizar a bobina ,ele mantém o contanto na

mesma posição, conta o tempo ajustado, e ativa o contato definitivamente enquanto a bobina permanecer ligada; Retardo na desenergização, ele ativa o contato imediatamente no momento de energização da bobina e assim permanecerá ativado, e após o desligamento da bobina, ele contará o tempo ajustado para ativar o desligamento do contato.” A figura 18 ilustra os esquema do relé de tempo com retardo na energização e retardo na desenergização:

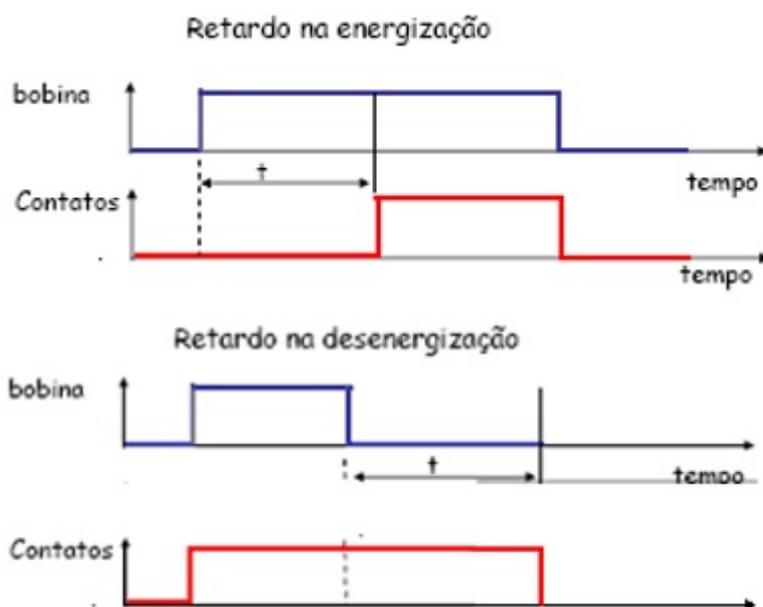


Figura 18: Gráficos acionamento x tempos dos relés. Fonte: (Souza,2009,p.15

3.3.10 Sensor fim de curso

Os sensores são componentes necessários para a automatização de uma parte do projeto. Os sensores fim-de-curso são dispositivos de comando com a função de enviar sinais ao comando elétrico de um determinado esquema. Segundo WENDLING (2010,p8): “A principal função deste dispositivo é informar o comando que determinada situação foi alcançada, como por exemplo, uma parte móvel da máquina chegou numa determinada posição.” A Figura 19 mostra o interior de uma chave fim-de-curso:

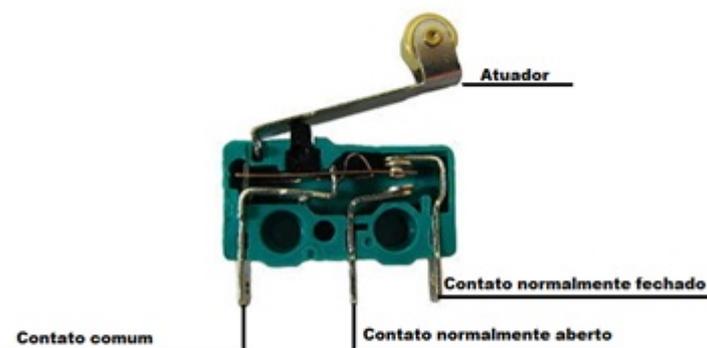


Figura 19: Sensor fim de curso. Fonte:(Amorim,2010,p.9)

De acordo com a figura 20, identificamos o funcionamento interno do sensor. Uma peça móvel em movimento, está ligada aos contatos normalmente fechado e contato comum, assim que esta peça chegar ao seu ponto máximo, ela exercerá uma força mecânica sobre o atuador, abrindo o circuito e desligando a peça móvel, e mudando a posição da lâmina condutora, fechando o contato comum com o contato normalmente aberto. Esses contatos serão ligados aos contadores para realização dos comandos elétricos.

3.3.11 Encoder

O Encoder é um sensor muito utilizado na automação. Sua função é identificar com alta precisão o posicionamento e velocidades de peças que se movem linearmente ou angularmente. Ele fornece a informação através do movimento angular em pulsos ou sinal digital de um sensor óptico eletrônico. O controle de vários equipamentos automatizados depende do conhecimento da posição de peças móveis com precisão.

Para essa finalidade são usados diversos tipos de transdutores, cuja finalidade é fornecer, na forma de sinais elétricos, informações sobre a posição, velocidade de deslocamento e sentido de deslocamento de peças giratórias ou que se movem em linha reta.

Um dos dispositivos mais usados para essa finalidade é o encoder óptico que se enquadra na categoria dos transdutores codificados (CDT), que fornecem a informação através de um código. Existem dois tipos de (CDT); O relativo; aonde indica somente a mudança de posição do objeto e do tipo absoluto, indicando a posição real do objeto. A figura 20 mostra o modelo de um encoder absoluto:

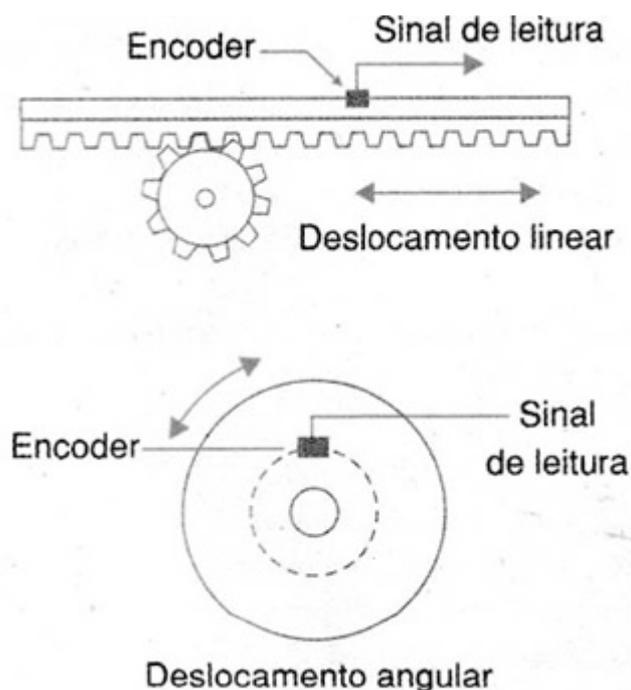


Figura 20: Encoder Absoluto. Fonte: Acervo do autor

O transdutor codificado mais utilizado é o encoder óptico, ele é feito de plástico transparente, onde estão impressas tiras escuras correspondentes a codificação digital de cada posição. A figura 21 mostra o modelo do encoder óptico:

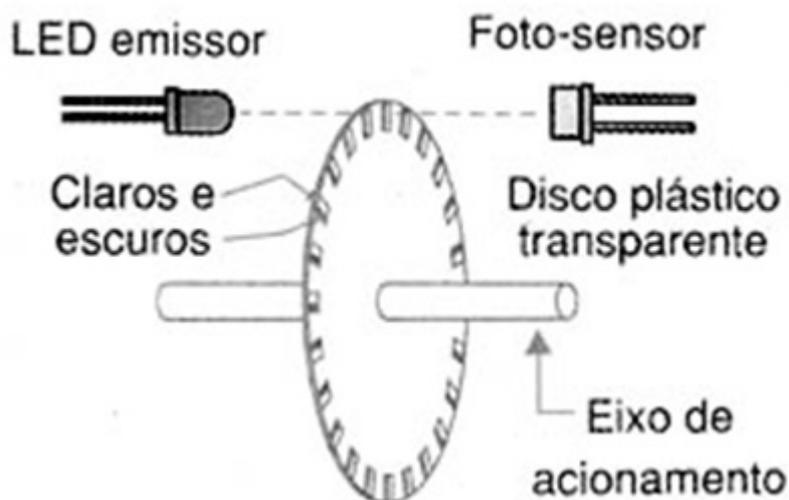


Figura 21: Encoder óptico. Fonte: Braga

A leitura é feita colocando-se um ou mais emissores infravermelho de um lado e um ou mais sensores (fotodiodos ou fototransistores) do lado oposto. Os sinais obtidos são então pulsos quando partes claras ou escuras do disco plástico passam diante dos sensores.

3.3.12 Anel coletor e escovas

O coletor é uma peça utilizada em motores e geradores de corrente contínua. É montada junto ao eixo girando junto com o mesmo.

É constituído de um anel de lâminas de material condutor (cobre), segmentado por um material isolante (mica) de forma a fechar o circuito entre cada uma das bobinas do enrolamento de armadura e as escovas no momento adequado.

Realizando a inversão adequada do sentido das correntes que circulam no enrolamento do rotor. A figura 22 mostra o esquema do conjunto coletor e escovas.

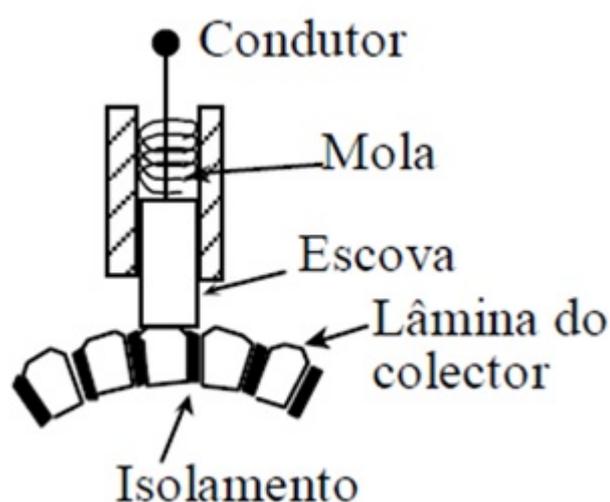


Figura 22: Esquema de funcionamento do conjunto coletor e escovas. Fonte: (Santana.p.10)

Será utilizado um conjunto de anel coletor rotativo com a única função de manter os contatos no eixo girante principal. Os modelos desses anéis são formados por consecutivas pistas cilíndricas agrupadas entre divisórias isolantes com a função de evitar o fechamento de curto circuito entre as pistas condutoras energizadas. As pistas de contato são normalmente fabricadas em bronze ou cobre e as partes isolantes são moldadas em resina epóxi, sendo que cada pista de contato possuirá seu ponto de ligação individualizado. Possuem porta porta-escovas fixas, aonde serão colocadas as escovas que realizam o contato entre o coletor e a carga.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS

4.1 IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

4.1.1 CARACTERÍSTICA DO SISTEMA

A bobinadeira de enrolar bobinas para motores elétricos é uma máquina operada manualmente, onde o profissional gira a manivela contando volta por volta até chegar no número específico de espiras do motor que esteja em processo de manutenção. Essa máquina é constituída de um eixo(rotacional),onde em uma ponta é fixada a manivela e na outro o trilho, onde ficam presas as formas das bobinas.

Após a análise de funcionamento da máquina, foi possível verificar todos os pontos negativos e que o sistema manual pode ser adaptado a um sistema motorizado e semiautomatizado que funcionará por comandos elétricos.

Será implantando dois circuitos elétricos independentes: O primeiro sistema ficará responsável pelo funcionamento do eixo principal que executa o bobinamento, assegurando o número correto de espiras e agilizando o processo; No segundo sistema, um motor acoplado ao trilho comandará o ajuste automático de acordo com a regulagem das formas. O trilho será substituído por um modelo de placa ajustável que será engenhado especificamente para o funcionamento deste sistema, visando um baixo custo na construção.

Nesse projeto de automação, será utilizado um contador programável, sendo necessário, somente a interligação dos seus componentes de saída aos contadores, de modo, a partir de conhecimentos de comandos elétricos, utilizar os contatos com o objetivo de automatizar a parada do motor no momento do fim da contagem programada. Também serão utilizados relés temporizadores, disjuntores, botoeiras, contadores auxiliares, motores elétricos, entre outros.

Com a utilização de motor elétrico (CA) de velocidade constante, a rotação do eixo principal será alcançada através de conjugados de polias, a escolha desse método foi devido a escolha de um projeto de baixo custos. A construção dos mancais será elaborada minimizando gastos.

4.1.2 ALTERAÇÕES MECÂNICAS

Para a implementação do sistema elétrico na máquina manual, será indispensável alterações e construção de componentes mecânicos para o funcionamento correto da máquina semi-automatizada. As modificações e instalações estão especificadas separadamente em cada circuito elétrico.

4.1.2.1 Sistema elétrico de bobinamento

Foi utilizado um motor monofásico de 1/5cv de 1150rpm no sistema principal, sendo acoplado junto a um mandril com polias de tamanhos diferentes, e este conectado ao eixo principal, resultando na rotação obtida no teste na bobinadeira manual. A conversão de rotação feita através de polias é obtida de maneira simples, multiplicando a rotação do eixo do motor pela raio da polia que está instalada nele e dividindo o resultado obtido pelo raio da polia do mandril. Segundo FREEDMAN (2008.p296). “A velocidade angular de determinada polia é inversamente proporcional ao raio, podendo ser relacionado pela equação:

$$r(1) * w(1) = r(2) * w(2)$$

Onde:

- r(1): Representa o raio da polia 1;
- w(1): Velocidade angular do eixo1;
- r(2) e w(2): Representam respectivamente o raio da polia 2 e a velocidade do eixo 2.

A figura 23 ilustra o modelo da adaptação na máquina:

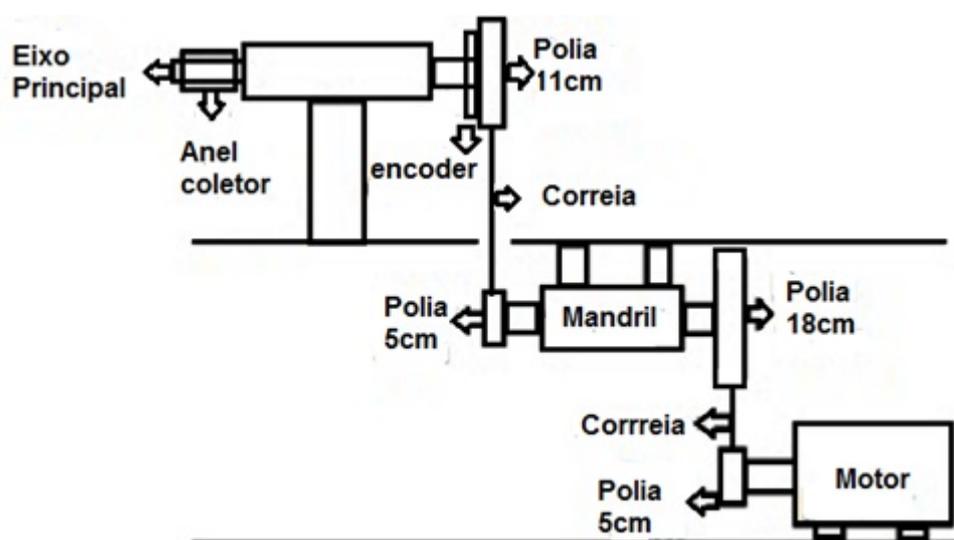


Figura 23: estrutura da máquina. Fonte: Acervo do Autor

De acordo com a rotação analisada no primeiro capítulo, foi conectado no motor uma polia de 5cm de diâmetro com raio de 2,5cm. O cálculo ser feito diretamente para se converter a rotação do motor para a rotação de 144 rpm resultaria em uma grande polia no eixo principal, portanto foi calculado em duas etapas e instalado um mandril intermediário. Os cálculos necessários para o dimensionamento das polias foram obtidos pela equação 3:

$$r1 * w1 = r2 * w2$$

Logo:

$$r2 = \frac{W1 * r1}{W2} \rightarrow r2 = \frac{1150 * 2.5}{114} = 19.9$$

Onde:

- r(2): Representa o raio da polia do eixo da máquina;
- W(1): Rotação do motor;
- r(1): Raio da polia acoplada ao motor;
- W(2): rotação desejada.

Nesse cálculo, foi encontrado uma polia de raio de 19,9mm e diâmetro de 40mm sendo descartada, pois ficaria um visual ruim e teria que fazer um protetor de correia muito grande, considerando o tamanho do eixo principal. Na situação instalada, foi calculado primeiramente a rotação do mandril utilizando uma polia de 18cm de diâmetro e 9cm de raio, fazendo os cálculos pela equação 3 temos:

$$W2 = \frac{1150 * 2.5}{9} = 319.44$$

RPM

Para achar a rotação a partir de uma polia, se inverte o W2 pelo r2 na equação 3. Posteriormente foi feito o cálculo da polia do eixo principal para uma rotação de 144 Rpm. Foi instalado uma polia de diâmetro de 5 cm e com r=2,5 na outra ponta do mandril e feito os cálculos utilizando novamente a equação 3:

$$r4 = \frac{W2 * r3}{W3} \rightarrow r4 = \frac{319.44 * 2.5}{144} = 5.5r$$

Onde temos:

- r(4): Representando a polia do eixo principal;
- W(2): Rotação do mandril, encontrada no cálculo anterior;
- r(3): Raio da polia acoplada na outra ponta do mandril;
- W(3): Representa a rotação de trabalho da bobinadeira.

A polia utilizada no eixo principal de raio 5.5 e diâmetro de 11cm também foi utilizada como fixação do encoder, que terá a função em conjunto com o sensor óptico de fazer a contagem de cada volta, cujo o sensor enviará os pulsos para o contador digital. A instalação de um anel coletor rotativo de dois contatos de cobre, na ponta do eixo principal, tem como objetivo através das escovas, fazer a conexão elétrica com o micromotor que faz parte do circuito de ajuste das formas. A sua instalação foi necessária, devido o motor ter sido instalado na placa ajustável que é movimentada pelo eixo principal quando se encontra em processo de bobinamento, sendo acoplado ao eixo principal próximo ao engate do eixo com a placa ajustável. As imagens desses procedimentos estão contidas nos apêndices 1.e 2.

4.1.3 Sistema automático do ajuste das formas

Nesta parte, o funcionamento do circuito elétrico depende de um modelo de transmissão para o deslocamento das formas. Foi elaborado uma placa ajustável, tendo uma rosca como a base de transmissão.

Existem roscas de transporte e movimento que transformam o movimento giratório num movimento longitudinal. Essas roscas são usadas, normalmente, em tornos e prensas, principalmente quando são freqüentes as montagens e desmontagens.

A barra roscada utilizada foi conectada a dois mancais e a porca rosqueada na barra foi soldada em uma chapa de aço, onde fica fixada um lado da forma de bobina. Estes mancais também estão conectados por duas guias que substituíram o trilho da bobinadeira manual.

A guia tem a função de manter a direção de uma peça em movimento.

As guias nesse sistema, além de guiar a peça móvel, será guia do suporte de fixação de um dos sensores fim de curso. A figura 24 mostra a placa ajustável em fase final de reparos:



Figura 24: Placa ajustável das formas. Fonte: Acervo do Autor

Todas as imagens da construção da placa ajustável estão contidas nos apêndices 3 e 4

4.2 ESQUEMA ELÉTRICO DO SISTEMA SEMI-AUTOMATIZADO

O circuito elétrico foi elaborado considerando à necessidade de um operador, porém, a automação projetada, dispensa o profissional específico da área para manuseá-la, pois o sistema contará com um contador programável em conjunto com motor e contator, executando a operação com confiabilidade na contagem de espiras das bobinas. O sistema também conta com um circuito de automação de ajuste das formas na retirada da bobina. Foi instalado um micromotor na placa ajustável, onde ficam fixadas as formas de bobinas, e dispositivos de comandos como botoeiras, contadores, relés, sensor fim de curso foram utilizados no circuito. O circuito elétrico foi montado em um quadro de comando com a alimentação de energia conectando um disjuntor bipolar para proteção dos cabos e curto-circuito, seguindo pelo botão de emergência (E), a botoeira (B1) alimenta o contato (NF) da botoeira de desliga (B2), chegando até o contator (K1), que este energiza através do seu contato (NA), o sinaleiro (S1), o contador e o contato da botoeira (B3) do automático de ajuste das formas. O número de espiras será indicado no painel do contador pelo operador, o circuito passa pelo contato(NF) do contador e

dos contatos(NF) do K3 e K4, pelo pedal de comando (Bc), seguido do botão(BF) e alimentando a bobina do contator(K2), que acionará o motor principal e o sinaleiro(S2), adiante comutará o contato (NF) para o (NA) do contador ,quando a contagem programada se concluir, desligando o contator(K2) e acionando a bobina (KF), responsável em deslocar uma haste que se encontra presa à uma cinta fixada na polia principal, fazendo a função de freio para que o eixo para instantaneamente. O pedal de comando (Bc) foi ligado em paralelo aos contatos do botão interno do contador (mostrado na figura 26), para zerar a contagem e reiniciar o processo. O botão com retenção (BF) tem a função de desligar o motor durante a contagem em um possível imprevisto, e quando acionado novamente acionará o contator (K2) e a contagem continuará do mesmo ponto de parada. Como o sistema é composto de dois circuitos com funcionamento distintos, que não podem ser operados simultaneamente, pois o micromotor está acoplado a placa de ajuste que é movimentada pelo eixo principal, foi incluído o intertravamento no circuito de comando.

Processo de ligação entre os contatos auxiliares de vários dispositivos, pelo qual as posições de operação desses dispositivos são dependentes umas das outras. Através do intertravamento, evita-se a ligação de certos dispositivos antes que os outros permitam essa ligação.

Os contatos de intertravamento que antecedem a ligação no contador (K2), são os contatos (NF) K3 e (NF) K4, referente ao estado de desligado do micromotor. A figura 25 mostra o diagrama multifilar do circuito citado (Figura 25 impressa em tamanho A3 na última folha do anexo):

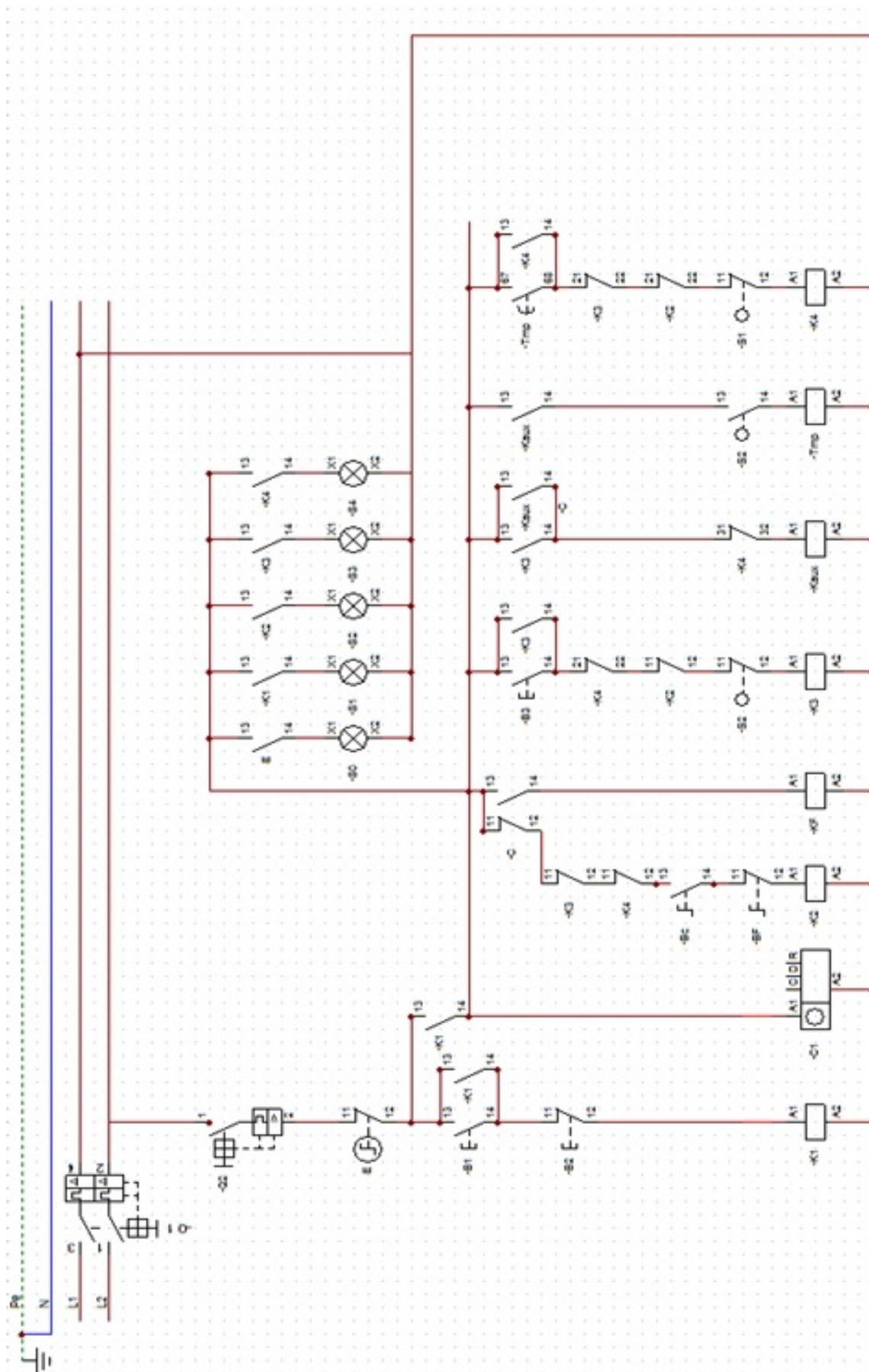


Figura 25: Diagrama Multifilar do circuito de comando. Fonte: Acervo do Autor.

A legenda deste diagrama está contida no apêndice 5. As imagens da montagem do quadro de comando estão no apêndice 6 e 7. Os contatores K3 e K4 são responsáveis pelo acionamento do micro motor para o funcionamento em ambos os sentidos de rotação. Os sinaleiros S2, S3, S4 indicam o funcionamento dos motores em cada situação. A botoeira (B2) será acionada pelo operador assim que uma bobina estiver pronta. O comando passa pelo contato (NF) do contator K2 e K4, pelo contato (NF) do sensor fim de curso (S2) e alimenta o contator K3, ligando o micromotor no sentido de rotação que movimenta a placa diminuindo o espaço entre as formas. O acionamento do contator K3 comutará um contato (NA), passando pelo contato (NF) do K4 e ligando um contator auxiliar, que este fechará um contato (NA) e ligará ao contato (NA) do S2. No instante que a forma em movimento atuar o sensor (S2) que está fixado na placa da outra forma, o contator K3 será desligado e o temporizador alimentado, pois os contatos do sensor (S2) inverterão de estado. O contator auxiliar permanecerá ligado, pois foi instalado um selo em paralelo ao contato (NA) do K3. O temporizador (T_{mp}) contará um tempo suficiente para o operador retirar a bobina e comutará o contato, o conectando aos contatos (NF) de K2 e K3, e ao contato (NF) do sensor fim de curso (S1), e enfim acionando o contator K4, que ligará o motor no sentido contrário. Neste instante o contato (NF) do contator K4 comutará de estado, desligando o contator auxiliar, que este desligará o temporizador. O circuito se manterá energizado pelo fato do selo que foi instalado em paralelo junto ao contato do temporizador, e desligará no instante que a forma móvel atuar o contato (NF) do sensor (S1), que estará preso na guia no ponto que foi modelado o tamanho da bobina. O sensor (S1) foi instalado em um suporte que desliza sobre a guia ao lado da placa móvel, e é preso por um parafuso no ponto que for definido. A figura 26 ilustra a placa ajustável com os sensores:

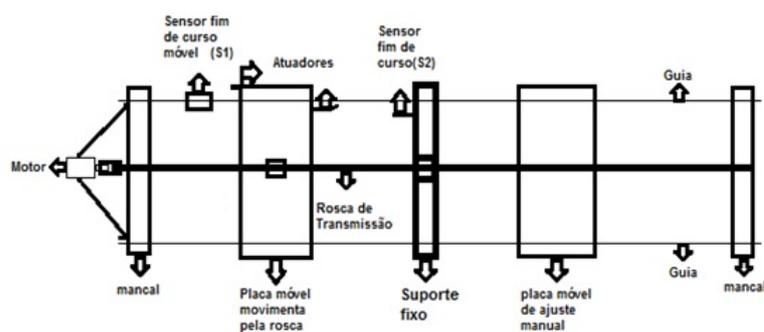


Figura 26: Placa ajustável com sensores. Fonte: Acervo do Autor.

Vinculado a este circuito de comando temos o circuito de carga, formado pelos contatos de carga dos contatores utilizados neste circuito de comando, fazendo a conexão elétrica nos motores elétricos. O disjuntor Q1 é o dispositivo geral de proteção para os cabos e curto circuito. O motor M1 é o motor do bobinador, ou seja, o responsável em rotacionar o eixo principal da máquina, ele está ligado no método de partida direta e funciona na rede monofásica de 127V, é acionado pelo contator K2 que está conectada a um relé bimetálico para proteção de sobrecarga com regulação de 6 Amperes. O motor M2 representa o micro motor de corrente contínua,

utilizado para movimentar a rosca de transmissão do ajuste das formas de bobinas, e possui neste diagrama o método de partida simples com reversão de rotação, quando acionado pelo contator K3, ele gira no sentido horário e quando alimentado pelo contator k4, gira em sentido anti-horário, equipado com fusível de 3A para proteção de sobrecarga e uma fonte que converte a corrente alternada de 127v para corrente contínua de 12V. A figura 27 mostra o diagrama multifilar do circuito de carga.

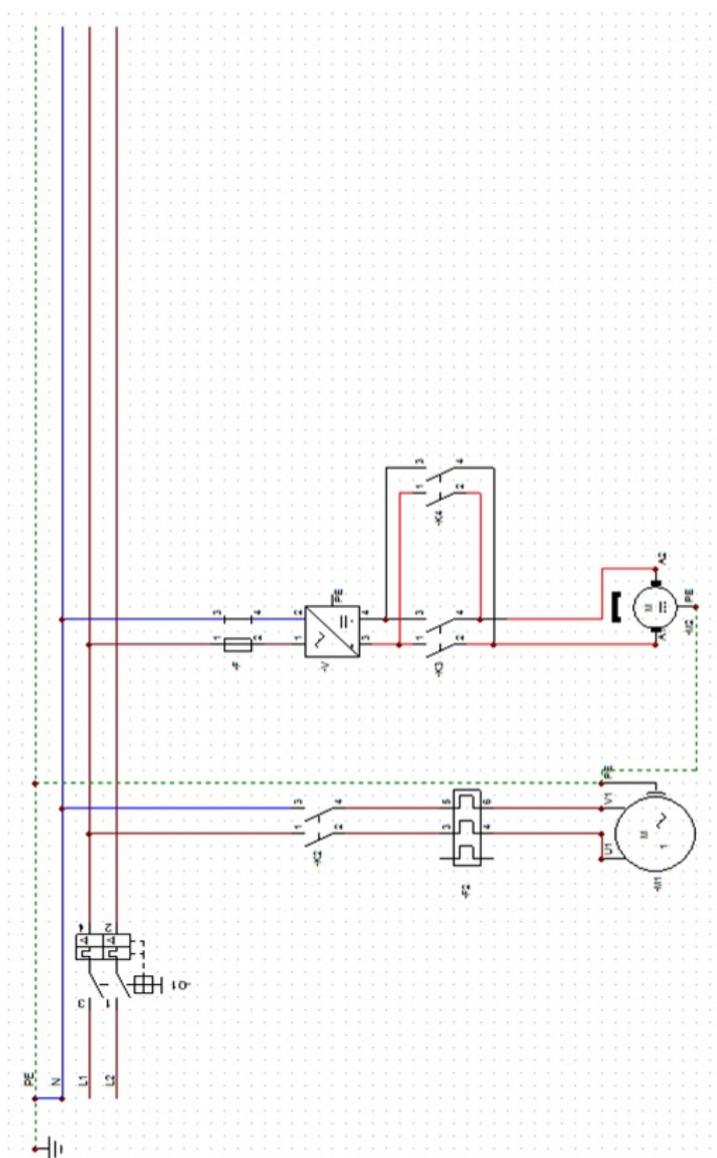


Figura 27: Diagrama Multifilar do circuito de carga. Fonte: Acervo do autor.

4.3 ESQUEMA ELÉTRICO DO CONTADOR DIGITAL NO CIRCUITO DE COMANDO

O contador digital utilizado nesta implantação, da marca Digitaq, modelo cdm-5000, considerado um micro controlador, ou seja, é um circuito integrado dotado de inteligência programável. Segundo GOULART (2016.p9). “A inteligência do chip é elaborada pelo projetista,

em transformar ideias em comandos de programação, que futuramente, o contador irá receber e executar.” Esse contador é considerado multifuncional, pois possuem várias funções de contagem de sistemas diferentes, porém foi utilizada somente a função contagem programada de pulsos. O princípio de funcionamento desta função do contador ocorre da seguinte maneira; é digitado no display a quantidade de voltas desejada, a seguir, acionado o botão iniciar, a medida que o encoder que foi acoplado ao eixo principal completa uma volta, o sensor ótico recebe o sinal pelo único furo feito na extremidade do encoder envia para o contador registrar. O contador contará as voltas e quando concluir o número de voltas programada, ele acionará um relé e comutará um contato (NF) que será ligado ao contator que alimenta o motor do eixo principal. Para reiniciar o processo de contagem com a mesma quantidade digitada anteriormente, deve-se ser acionado o botão zerar no contador. O contador vem com alguns contatos na saída necessários para fazer a automação desejada. Foi utilizado um pedal de comando ligado em paralelo à saída referente ao botão zerar do contador, com o objetivo de facilitar para o operador, um rápido e prático método para que se reinicie a contagem. O sensor ótico, junto com a alimentação foram conectados aos contatos determinados pelo esquema interno do contador, a alimentação é conectada ao contato comum e os contatos (NF), (NA), foram ligados respectivamente ligados na bobina do contator K2 que alimenta o motor, e na bobina do contator (KF) que aciona o freio. A figura 28 mostra o esquema de ligação nos contatos do contador, sua legenda está conforme o apêndice 5.

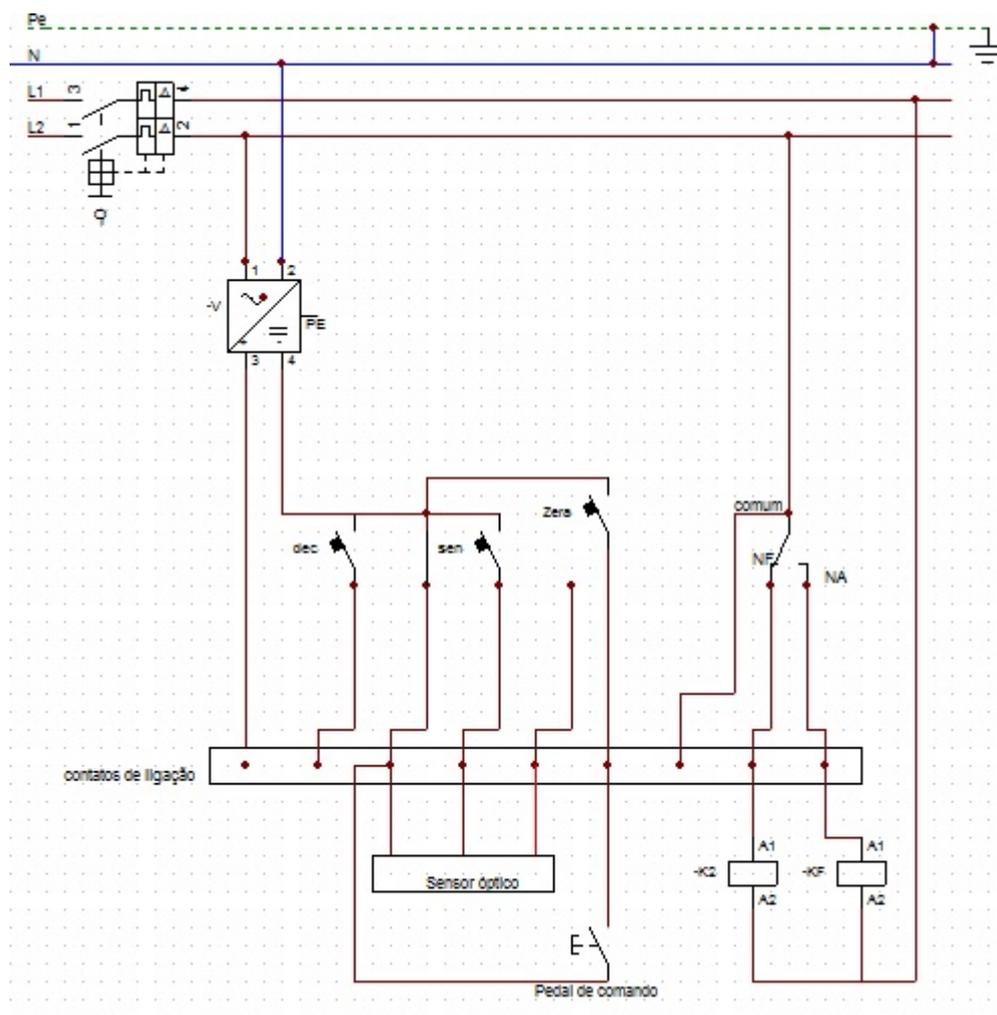


Figura 28: Diagrama Multifilar do circuito do contador no circuito de comando. Fonte: Acervo do Autor.

A figura 29 mostra o fluxograma de funcionamento di sistema:

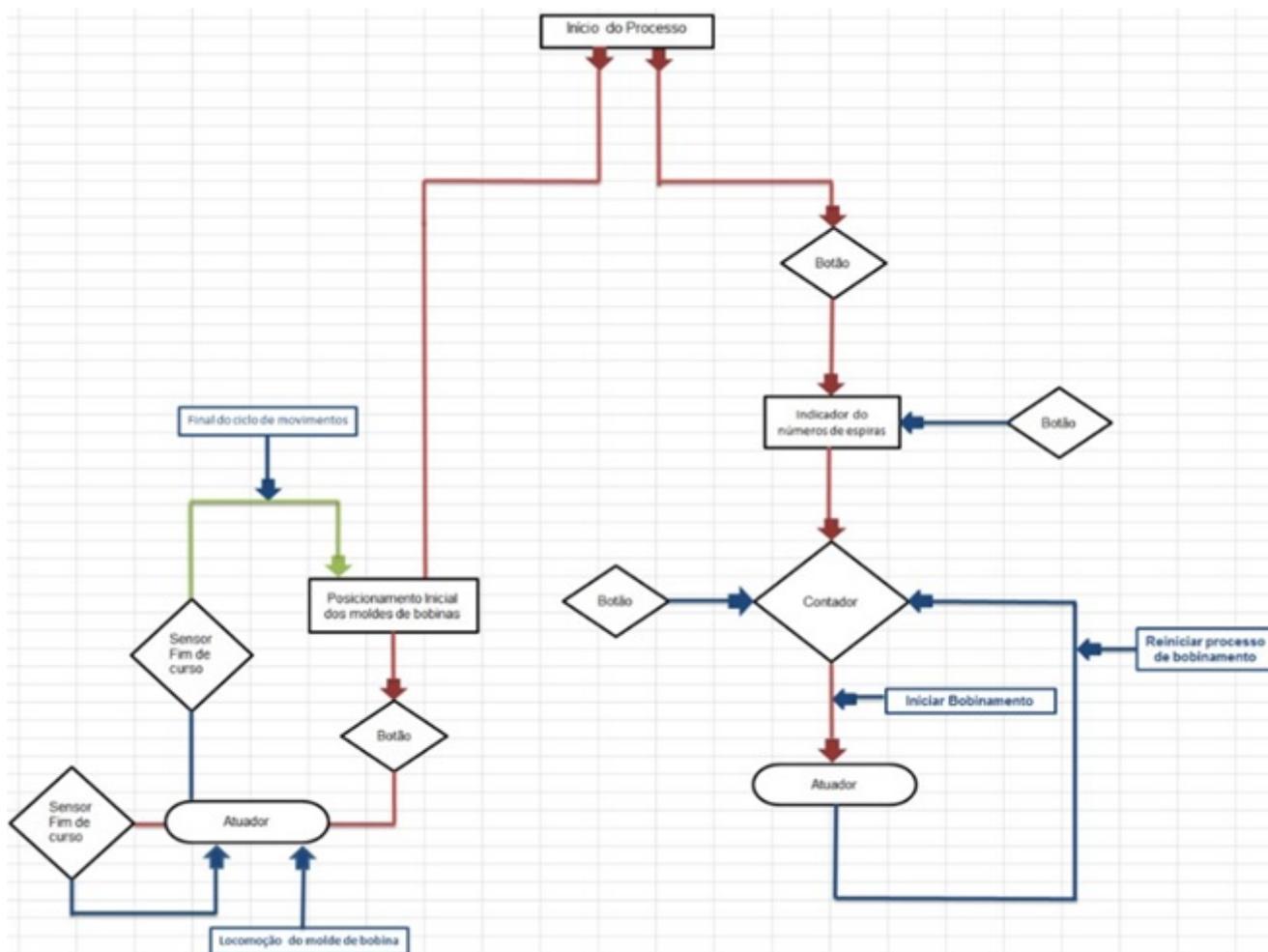


Figura 29: Fluxograma de funcionamento. Fonte: Acervo do Autor.

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.4.1 Análise do funcionamento após a automação

O resultado final do sistema elétrico implantado na máquina foi considerado satisfatório. A máquina proporciona para o operador, conforto e praticidade na execução, além de assegurar a quantidade de voltas desejada. O sistema projetado da placa ajustável garante o tamanho exato das formas de bobina com mais rapidez, automaticamente. Foi utilizado o mesmo motor de 5cv citado no capítulo 1 para fazer os testes na máquina. Para se calcular o tempo de execução do processo de bobinamento, deve-se analisar a tabela 1, somando o tempo de cada passo. Podemos representar esses valores na tabela 1:

Tabela 1: Tempo de bobinagem de uma bobina com grupo de 3. Fonte: Acervo do Autor.

Passo	Bobinar Grupo 1	Desconsiderar	Bobinar Grupo 2	Desconsiderar	Bobinar Grupo 3	Retirada da bobina	Total
Tempo	25s	Desconsiderar	25s	Desconsiderar	25s	60s	135s

Pode-se observar que o tempo de 135s obtido nesse sistema, é mais rápido, se comparando à máquina operada manualmente, além disso, pode ser utilizada em tempo integral, diferentemente da máquina manual, que necessita do operador para manuseá-la. Esse tempo ainda pode ser diminuído, pois o tempo para a retirada da bobina vai variar um pouco dependendo da posição do ajuste móvel do sensor fim de curso, que será regulado pelo operador. Considerando as 6 bobinas necessárias para enrolar o motor de 5cv trifásico, o tempo total para executar o bobinamento foi de 810 segundos

4.4.2 Custo total para implementação do sistema

O custo total para implementação do sistema semi-automatizado será constituído pelos custos dos equipamentos elétricos e eletrônicos como motores, contatores, botoeiras, anel coletor, relé de tempo contador, sensores e etc. Com o sistema mecânico da máquina os custos serão formados por eixos trefilados, barra roscada, polias, correias, rolamentos, parafusos e serviço de usinagem de peças. A tabela 2 demonstra os custos com adaptação do sistema:

Tabela 2: Tabela dos custos de materiais. Fonte: Acervo do autor.

Orçamento dos materiais		
Materiais	Custo	Empresa
Componentes Elétricos/ Eletrônicos	RS 1439,02	Loja Elétrica/Tamoio Agrícola/ Digitaq Metalúrgica Ebenezer / Techmakers
Componentes mecânicos	R\$ 200,00	Ferraço / Tamoio Agrícola
Outros gastos		R\$ 300,00
Total		R\$ 1.939,02

Os orçamentos dos equipamentos elétricos e eletrônicos estão contidos nos anexos 1, 2 e 3. E os orçamentos das peças mecânicas estão no anexo 4.

4.4.3 Comparação geral da máquina elétrica com máquina similar no mercado

Existem máquinas semelhantes no mercado no sistema de contagem de voltas, porém, o sistema de ajuste das formas destas máquinas, é executado manualmente. Foi utilizada para fazer a comparação uma máquina fabricada pela empresa MGP ELÉTRICA. Ela é constituída de conta giros programável, e tem como opcional a placa de bobinadeira ajustável de operação manual. De acordo com a tabela 3, podemos analisar o custo dos equipamentos:

Tabela 3: Comparação de custos. Fonte: Acervo do autor

Comparação de custos			
Bobinadeira MGP Elétrica	Custo	Bobinadeira Semiautomática	Custo
Bobinadeira	R\$ 2.500,00	Máquina completa	R\$ 1.939,02
Placa Ajustável	R\$ 1.100,00		
Total	R\$ 3.600,00		

De acordo com a comparação analisada, a bobinadeira da MGP Elétrica tem um custo de R\$3600,00, sem contar com o sistema automático de ajuste das formas, que elevaria ainda mais o preço de venda. Além de existir essa diferença de valores entre o custo com o modelo adaptado à máquina proposta nesse estudo, o sistema automático de ajuste das formas é essencial para precisão no tamanho das bobinas. Os valores da bobinadeira e da placa ajustável da empresa MGP Elétrica estão contidos no anexo 5.

5 CONCLUSÃO

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo fez uma análise do enrolamento de bobinas para motores elétricos, analisando o funcionamento da máquina manual de bobinamento, e desenvolvendo um método de automação para resolver os problemas de atraso na operação e erros humanos.

A proposta para solucionar esse problema utiliza componentes elétricos da automação incluindo motores elétricos, contadores, juntamente com contador digital programável, permitindo ao sistema precisão na quantidade de voltas de cada bobina. A inclusão de uma placa ajustável constituída de um motor, juntamente com sensores, dará ao sistema, precisão do tamanho das formas das bobinas e maior velocidade na operação, aumentando a produção de serviço.

O sistema semiautomático ainda necessitará de um operador, porém, a máquina será operada por um ajudante, sem a necessidade do profissional específico da área para manuseá-la.

Com a implantação do sistema é possível aumentar a produção de serviço e consequentemente aumentar o lucro ao proprietário, pois a máquina ficou mais rápida, e o profissional que a operava, pode se concentrar mais no serviço de enrolamento no motor, devido a operação da máquina ser executada pelo seu auxiliar.

A automação neste sistema elimina os erros humanos, causados por desatenção e esforço físico de trabalho, que resultam em baixa produção e desperdício de material. Enfim, ela se torna essencial tanto para o trabalhador facilitando o seu serviço, quanto para o proprietário, devido o aumento e qualidade na produção, além de oferecer ao consumidor final um serviço com rapidez e de qualidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Braga, Newton. C. Mec (128). Como Funcionam os Encoders. Disponível em: <http://www.newtonbraga.com.br/funciona/5454-mec128>. Acesso em 20 de outubro de 2016

Braga, Newton. C. Artigo (1051). Sensores Ópticos. Disponível em: <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/funciona/7841-como-funcionam-os-sensores-opticos-art1051>. Acesso em 20 de outubro de 2016

FERREIRA, Joel. Senai. Elementos de Máquinas 1. Disponível em: <http://joinville.ifsc.edu.br/diego.alba/T%20C%20SENAI.pdf>. Acesso em 25 de outubro de 2016

FREEDMAN, e Young. Física 1. Mecânica Livro 12^o edição, 2008.

GOULARTE, Machado. Cristian. Microcontrolador 8051 Aplicações Básicas. Escola Técnica Monteiro Lobato. Cimol. Curso Eletrônica. Volume 1, 2016.

HENRIQUE, Hélio. Comandos Elétricos: Simbologia, Associação de Contatos e Conceitos Básicos. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/heliopinheiro/Disciplinas/maquinas-e-acionamentos-eletricos-ii/conceitos-de-comandos-eletricos>. Acesso em 15 de outubro de 2016

JÚNIOR, Corradi. Romeu. Comandos Elétricos. Disponível em: <http://www.corradi.junior.nom.br/comandoseletricos>. Acesso em 16 de outubro de 2016

MAMEDE, Filho. João. Instalações Elétrica Industriais. Livro 8 edição, 2010.

NISLIER, Júlio. Manual de Instalações Elétricas. Livro, 2005.

SILVA, Jefferson. Pereira. da. Silva. Apostila de Eletrônica de Potência. Natal/Rio Grande do Norte: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia

SOUZA, S. Neemias. Apostila de acionamentos elétricos. Curso de Eletrotécnica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2009

SANTANA, Carvalho de. Adrielle. Geradores de Corrente Contínua. Disponível em: <http://professor.ufop.br/geradores-de-corrente-continua>. Acesso em 27 de outubro de 2016.

TELLES, Cardoso. Eduardo. Análise de operação de um motor de indução com enrolamento dahlander. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

VAZ, Oliveira. De. Samuel. Frederico. Curso de Técnico em Eletrotécnica Máquinas Elétricas. Florianópolis/SC: SENAI, 2010

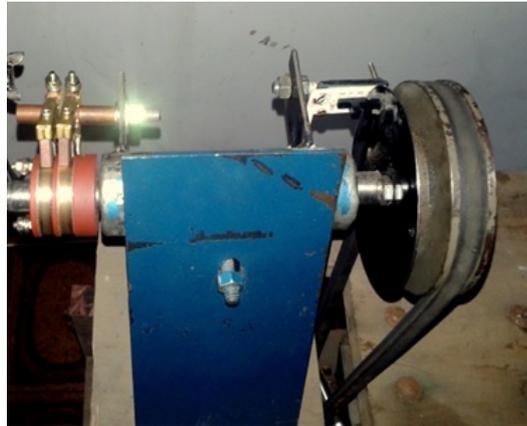
WENDLING, Marcelo. Sensores. Guaratinguetá: Universidade Estadual Paulista, 2010.

WEG www.weg.net/Acesso em 15 de novembro de 2016.

Manutenção Elétrica Industrial <http://docslide.com.br/documents/manutencao-eletrica-enrolamentos-de-motores-ca.html> Acesso em 18 de outubro de 2016.

APÊNDICE A TÍTULO DO APÊNDICE

A.1 APÊNDICE 1



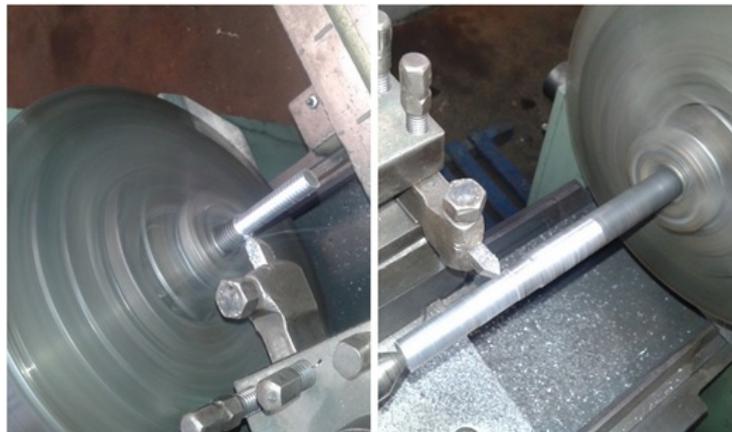
A.2 APÊNDICE 2



A.3 APÊNDICE 3

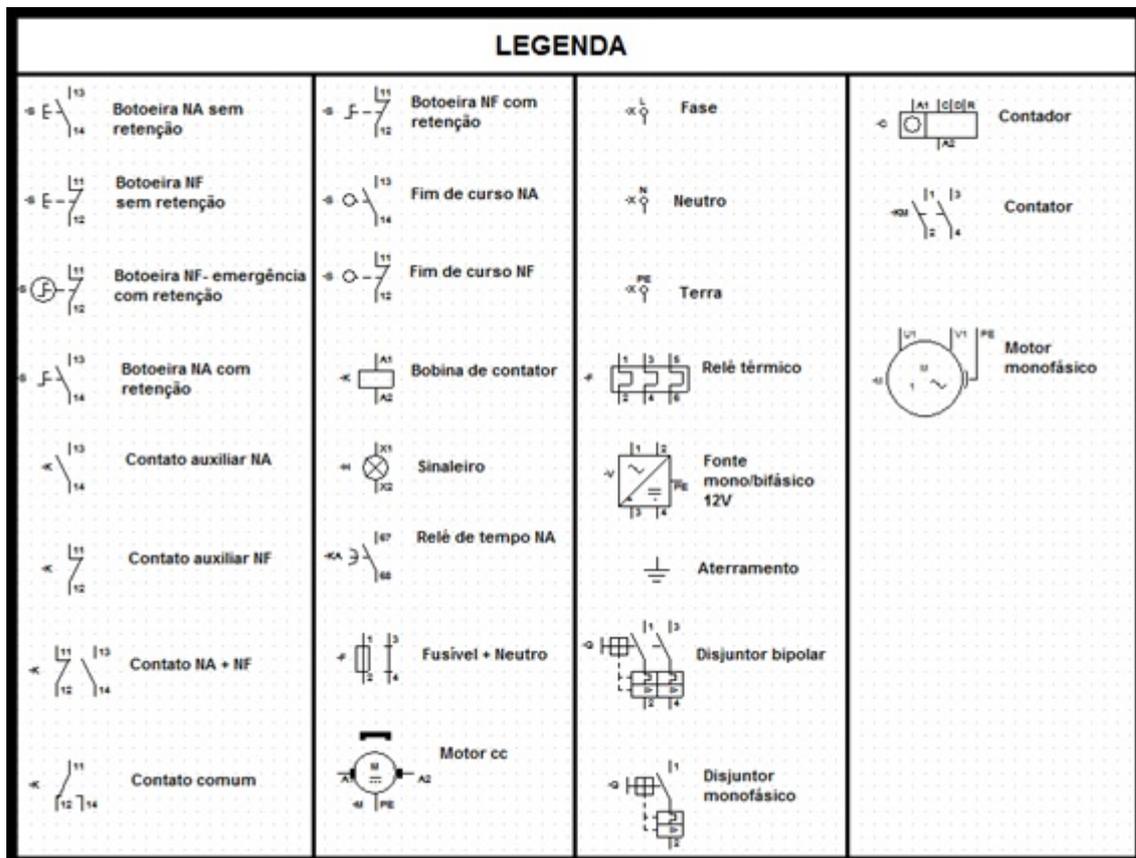


A.4 APÊNDICE 4





A.5 APÊNDICE 5



A.6 APÊNDICE 6



A.7 APÊNDICE 7



.1 ANEXO 1

DATA DE EMISSÃO		IDENTIFICAÇÃO E ASSINATURA DO EMISSOR		CPF DO EMISSOR	Nº 000.038.797 - SÉRIE 1	
				DANFE Documento auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica		CÓDIGO DO FISCOS
LOJA ELETRICA LTDA RUA PROF JOSE VIEIRA MENDONCA, 000011 LETRA: B ENG NOGUEIRA CEP: 31310260 - BELO HORIZONTE - MG FONE: 31092188000				1 - SAÍDA 1 2 - ENTRADA Nº 000.038.797 SÉRIE 1 FOLHA 1/1		CHAVE DE ACESSO 3116 1117 1553 4200 1155 5500 1000 0387 9714 0014 6601 Consulta de autenticidade no portal nacional da NF-e www.nfe.fazenda.gov.br/portal ou no site da Sefaz Autorizadora
TIPO DE OPERAÇÃO VENDA INSCRIÇÃO ESTADUAL 0620146641018				INSCRIÇÃO ESTADUAL SUBST. TRIBUTÁRIO 0007 17.155.342/0011-55		PROTOCOLO DE AUTORIZAÇÃO DE USO 131162369173552 23/11/2016 15:57:01
DESTINATÁRIO/REMETENTE RAZÃO SOCIAL OTAVIO SANTOS COLOMBO				CNPJ/CPF [REDACTED]		DATA DE EMISSÃO 23/11/2016
ENDEREÇO RUA CORONEL GALDINO PIRES, 000425 CASA		BAIRRO/DISTRITO CENTRO		INSCRIÇÃO ESTADUAL [REDACTED]		DATA DE SAÍDA/ENTRADA [REDACTED]
MUNICÍPIO CARATINGA		UF MG		CEP 35300-048		HORA DA SAÍDA [REDACTED]
FATURA						

FATURA	PERCENTUAL	VALOR	FATURA	PERCENTUAL	VALOR	FATURA	PERCENTUAL	VALOR

| CÁLCULO DO IMPOSTO | BASE DE CÁLCULO DO ICMS | VALOR DO ICMS | VALOR DO ICMS SUBSTITUIÇÃO | VALOR DO ICMS SUBSTITUIÇÃO | VALOR TOTAL DOS IMPOSTOS | |-------------------------|---------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------| | 72,14 | 12,98 | 0,00 | 0,00 | 59,11 | | VALOR DO FRETE
13,03 | 0,00 | DESCONTO
0,00 | OUTRAS DESPESAS ACESSÓRIAS
0,00 | VALOR TOTAL DA NOTA
72,14 | | TRANSPORTADORA/VOLUMES TRANSPORTADOS | RAZÃO SOCIAL | EMITENTE | CÓDIGO ANTT | PLACA DO VEÍCULO | UF | CNPJ/CPF | |--|----------------|--------------------|------------------|----|--------------------| | EMPRESA BRAS CORREIOS TELEGRAFOS (00315) | EMITENTE | | | MG | 41.910.548/0001-56 | | ENDEREÇO | MUNICÍPIO | INSCRIÇÃO ESTADUAL | | | | | RUE PORTUGAL 4075 - ITAIPCA | BELO HORIZONTE | ISENTO | | | | | QUANTIDADE | ESPECIE | UNIDADE | QUANTIDADE | ESPECIE | UNIDADE | QUANTIDADE | ESPECIE | UNIDADE | QUANTIDADE | ESPECIE | UNIDADE | QUANTIDADE | ESPECIE | UNIDADE | QUANTIDADE | ESPECIE | UNIDADE | | |------------|-------------|---------|------------|---------|---------|------------|---------|---------|------------|---------|---------|------------|---------|---------|------------|---------|---------|------| | 1 | CA PAPELADO | OS | | | | | | | | | | 0,23 | | | | | | 0,23 | | DADOS DO PRODUTO/SERVIÇOS | COD. PRODUÇÃO / SERVIÇOS | DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS/SERVIÇOS | NUM/UN | CSF | CFOP | UN | QUANTIDADE | V. UNITÁRIO | V. TOTAL | ICMS | V. ICMS | V. IPI | ALIQ. ICMS | ALIQ. IPI | |--------------------------|--|---------|-----|------|----|------------|-------------|----------|------|---------|--------|------------|-----------| | 232029619001 | INTERRUPTOR PEDAL INAF 18A 250VCA TFS-100 META
<small>It. aprovado Tribunal, pag. 51-52, 08/08/2010, DJET</small> | 85M6090 | 500 | 5981 | PC | 1,00 | 59,11 | 59,11 | 7,14 | 12,98 | | | 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

abilitadas. 2º) Não aceitamos devolução no troca de retabos de fios, cabos, mangueiras, mernadoras vendidas sob medida e nem encomendas especiais

Digitaq

CONTROLADORES ELETRÔNICOS

Digitaq Controladores Eletrônicos
 Rua Princesa Isabel, 1423
 Bairro Cruzeiro do Sul
 Taquara - RS - CEP: 95600-000
 CPF/CNPJ: 21.300.077/0001-57
 www.digitaq.com.br

e-mail: digitaqeletronica@gmail.com
 Assistência/Tele-vendas
 51 9602-6897
 51 8224-4978
 51 4042-2890
 51 8507-4688

Ciente _____

A/C: OTÁVIO SANTOS COLOMBO
 E-mail: otaviosantoscolombo10@hotmail.com

Orçamento no. **01450**

Itm	Código	Descrição	Quant	Unidade	Preço	Subtotal
1	00M5001	CONTADOR DIGITAL PROGRAMÁVEL METROS/CENTIMETROS	1	UNI	169,00	169,00
2	FONTESV	FONTE DE ALIMENTAÇÃO SV 500MA BIVOLT 110V/220V	1	UNI	0,00	
3	MANUAL	MANUAL DE INSTALAÇÃO IMPRESSO	1	UNI	0,00	
SUBTOTAL						169,00

Envio / Transporte / Frete _____

CEP	Modalidade	Endereço de Entrega	Subtotal
		RUA CORONEL GALDINO PIRES, 5 MANOEL RIBEIRO SOBRINO 425 "CASA" CARATINGA - (35300048), MIRAS CEP: 35300-048	0,00
			ME
TOTAL			169,00

Opções para Pagamento _____
 Aceitamos compras parceladas com cartão de crédito utilizando a plataforma MercadoLivre (www.mercadolivre.com.br)

2 ANEXO 2

DOCUMENTO AUXILIAR DE VENDA - ORÇAMENTO - NAO E DOCUMENTO FISCAL
 NAO E VALIDO COMO RECIBO E COMO GARANTIA DE MERCADORIA - NAO COMPROVA PAGAMENTO

NUMERO DO DOCUMENTO: 0000006257 : NUMERO DO DOCUMENTO FISCAL: DATA : 28/11/2016 - 16:06:57

TAMIDIO ABR. COLA CNPJ: 06350262000162 : CLIENTE.: 551 OTAVIO SANTOS COLOMBO -
 AV. PRESIDENTE TANCREDO NEVES 2676 - ZACARIAS : ENDEREÇO.: RUA CEL GALDINO PIRES 425 - CENTRO - 35300-048
 CARATINGA MG - Telefone 3333213190 : CIDADE...: CARATINGA - MG - Fone.: CPF : 04236840636
 VENDEDOR : 13 CARLOS MAGNO FERRE : OBS.....:

Item	Codigo	Qtde	Und	Descricao do Produto	Marca	Desc%	Unitario	Total
1	1351	1,00	UN	CHAVE INTER BIP 15A MOD:30223 M2FT2FE3G MARGIRIUS	MARGIRIUS	0,00	24,00	24,00
2	6516	1,00	UN	CAIXA CONDUL PVC 1/2-3/4 CINZA - 57250/011	TRAMONTINA	0,00	3,30	3,30
3	6489	1,00	UN	PLACA CEGA CONDUL PVC CINZA - 57232/006	TRAMONTINA	0,00	2,40	2,40
4	3729	1,00	UN	BOTAO COMANDO IMPULSO NORMAL V8 METALTEC	METALTEC	0,00	10,00	10,00
5	9503	1,00	UN	BOTAO ELET COBREMELD VM SOCO C/ TRAVA METALTEC	METALTEC	0,00	26,00	26,00
6	8727	1,00	UN	DISJUNTOR DIN 1110A CURVA C K32/EASY9 SCHNEIDER ELETRI	SCHNEIDER	0,00	6,90	6,90
7	5618	4,00	UN	SINALEIRO MONOBLOCO VERDE 22MM CEW-SM2-023 WEG	WEG	0,00	21,00	84,00
8	1194	2,00	UN	CONTATOR TRIPOLAR TESYS 9AMP 220V 1NA SCHNEIDER ELET	SCHNEIDER	0,00	66,00	132,00
9	1271	1,00	UN	CONTATOR WEG 9AMP 220V 1NA+1NF CWM9-11-30V26	WEG	0,00	98,00	98,00
10	77	1,00	UN	RELE TEMPO 01-10 RTM-RE 1NAF1 10 S 220 AC/24 VDC WEG	WEG	0,00	120,00	120,00
11	1366	2,00	UN	CHAVE MICRO INTER 15A MOD:40108 A1EE20 MARGIRIUS	MARGIRIUS	0,00	16,00	32,00
12	8545	1,00	UN	CONTATOR 3TF 41 220V SIEMENS	SIEMENS	0,00	60,00	60,00
13	123	1,00	UN	BOTAO COM RETAN DUP LUM 22,5MM METALTEC	METALTEC	0,00	35,00	35,00
14	2395	1,00	UN	BOARDO COMANDO CHAPA 50130120 S/FLANGE LUMBRAS	LUMBRAS	0,00	150,00	150,00

Continua Proxima Pagina...

DOCUMENTO AUXILIAR DE VENDA - ORÇAMENTO - NAO E DOCUMENTO FISCAL
 NAO E VALIDO COMO RECIBO E COMO GARANTIA DE MERCADORIA - NAO COMPROVA PAGAMENTO

NUMERO DO DOCUMENTO: 0000006257 : NUMERO DO DOCUMENTO FISCAL: DATA : 28/11/2016 - 16:06:57

TAMIDIO ABR. COLA CNPJ: 06350262000162 : CLIENTE.: 551 OTAVIO SANTOS COLOMBO -
 AV. PRESIDENTE TANCREDO NEVES 2676 - ZACARIAS : ENDEREÇO.: RUA CEL GALDINO PIRES 425 - CENTRO - 35300-048
 CARATINGA MG - Telefone 3333213190 : CIDADE...: CARATINGA - MG - Fone.: CPF : 04236840636
 VENDEDOR : 13 CARLOS MAGNO FERRE : OBS.....:

Item	Codigo	Qtde	Und	Descricao do Produto	Marca	Desc%	Unitario	Total
15	2786	1,00	UN	DISJUNTOR DIN 2116A CURVA C K32/EASY9 SCHNEIDER ELETRI	SCHNEIDER	0,00	27,90	27,90
16	1440	10,00	MT	CABINHO FLEXIVEL 2,5MM PR SIL	SIL	0,00	0,79	7,90
17	1449	3,00	MT	CABINHO FLEXIVEL 1,5MM VM SIL	SIL	0,00	0,54	1,62
18	7601	1,00	UN	TRILHO P/ MONTAGEM GALV P/ CONTATOR C/ 2MTS LUMBRAS	LUMBRAS	0,00	24,00	24,00
19	1013	1,00	UN	CANALETA VENTIL ABERTA CINZA 22X22X2MT DUTOPLAST	DUTOPLAST	0,00	15,95	15,95
20	8556	2,00	UN	CONTATOR AUXILIAR FRONTAL 2MF P/ CONTATOR TESYS SCHNEI	SCHNEIDER	0,00	25,00	50,00
21	1298	1,00	UN	RELE SOBRECARGA TESYS 9-13A 1NA/1NF SCHNEIDER ELETRIC	SCHNEIDER	0,00	75,00	75,00
22	3767	1,00	UN	SINALEIRO MONOBLOCO VERMELHO 22MM CEW-SM1-023 WEG	WEG	0,00	21,00	21,00

Sub Total : 1.006,97 Desconto : 156,97 Total Liquido : 850,00

Total Liquido : 850,00

Quantidade de Produtos : 39 Numero do Documento: 6257
 E VEDADA A AUTENTICACAO DESTE DOCUMENTO

Assinatura

3 ANEXO 3



TECHMAKERS
SOLUÇÕES PARA AUTOMAÇÃO

TECHMAKERS (00001004) BRASIL
Av. São João de Bragança, 2140, Lote 10, Santa Cruz, Curitiba - PR - 81220-020
Fone: (41) 3219-0000
www.techmakers.com.br
contato@techmakers.com.br

DANFE
Documento Auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica

0-Emissor: 1-Série: 1
Nº 003.820
SÉRIE: 1
FOLHA: 1 de 1



4198 1021 8880 8400 0100 6000 1000 0000 2017 2010 1480

Consulte de autenticidade no portal nacional de NF-e
www.nfe.fazenda.gov.br/portal ou no site de Defesa do Consumidor

INFORMAÇÕES GERAIS

NUMERO DO PROCESSO: 147802112228884 - 31/10/2016 13:31:03

TIPO DE OPERAÇÃO: VENDA DE MERCADORIAS

REGIME DE FISCALIDADE: NORMAL

CPF: 27.388.088-0001-08

DESTINATÁRIO / BENEFICIÁRIO

NOME RAZÃO SOCIAL: Otávio Santos Colombo

INSCRIÇÃO ESTADUAL: 062.368.406-36

DATA DE EMISSÃO: 31/10/2016

ENDEREÇO: Rua Coronel Galvão Pires, 425 - casa

BARRIO: Centro

CIDADE: 35.300-048

UF: 31/10/2016

CEP: Caratinga

INSCRIÇÃO MUNICIPAL: (33) 3331-1103

UF: MG

INSCRIÇÃO ESTADUAL DE ICMS: 13-29

VALORES

QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	DESCONTO	VALOR LÍQUIDO	DESCONTO	VALOR LÍQUIDO	DESCONTO	VALOR LÍQUIDO
0,00		0,00	0,00		0,00		0,00		0,00
19,28		0,00	0,00		0,00		0,00		0,00
									127,88
									108,00

TRANSPORTADOR / VOLUMES TRANSPORTADOS

RUA VILA: AGENCIA DE CORREIOS FRANQUEADA ANDRE DE BARROS LTDA - EPP

INSCRIÇÃO ESTADUAL: 1 - Desobrigado

CEP: Rua André de Barros, 90100

CIDADE: Curitiba

UF: PR

INSCRIÇÃO ESTADUAL DE ICMS: 85.512.101/0001-02

INSCRIÇÃO MUNICIPAL: PR 9061221910

UNIDADES PRODUTIVAS / SERVIÇOS

Código	Descrição dos produtos / serviços	NCM Ex	Q. EST	Q. PROD	Unid.	Quant.	Vir. UNID.	Vir. Tot.	BC ICMS	Vir. ICMS	Vir. IPI	% ICMS	% IPI
TH0321	MICRO MOTOR DC 0-12V 10A 1000 RPM	85011019	2400	6.102	PC	1,00	83,700	83,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TH0323	FONTE METÁLICA 12V 10A 5VOLT P/MAQ OPTV. LED B	85044010	2400	6.102	PC	1,00	84,900	84,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	AUTOMOTIVO												

UNIDADES ADICIONAIS

INSCRIÇÃO ESTADUAL DE ICMS: 85.512.101/0001-02

INSCRIÇÃO MUNICIPAL: PR 9061221910

INSCRIÇÃO ESTADUAL DE ICMS: 85.512.101/0001-02

INSCRIÇÃO MUNICIPAL: PR 9061221910



237-2

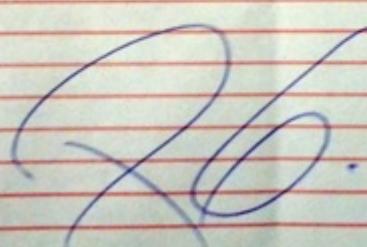
23792.83407 96305.000000 02001.655006 7 69650000022000

Local de Pagamento Pagável Preferencialmente na rede Bradesco ou no Bradesco Expresso.					Vencimento 01/11/2016	
Beneficiário M N DA S DE ARAUJO USINAGEM- ME CPF/CNPJ: 011.032.812/0001-35 TV MANOEL PEREIRA DE LIMA, 00000 - VILA VERDE 08230 - SAO PAULO - SAO PAULO - SP					Agência/Código Beneficiário 02834/16550-6	
Data do Doc. 31/10/2016	Nº do documento 608	Espécie doc. DM	Aceite N	Data Proces. 31/10/2016	Nosso número 09/63/050000002-0	
Uso do Banco	Carteira 9	Espécie R\$	Quantidade	Valor/Percentual	(=) Valor do documento 220,00	
Pagador: OTAVIO SANTOS COLOMBO CNPJ/CPF: 062.368.406-36 RUA CORONEL GALDINO PIRES, 425 - MANOEL RIBEIRO SOBRINHO 35300 - 048 - CARATINGA - MG					 Recibo do Pagador	
Sacador avalista: Nº informado					Autenticação Mecânica	

.4 ANEXO 4

FERRAÇO ORÇAMENTO
 Tel.: (33) 3321-3637 072777
 Telefax: (33) 3321-9999
 Av. Presidente Tancredo Neves, 827 - Caratinga - MG

Sr. _____ Tel. _____
 Rua: _____ Bairro: _____
 Cidade: _____ Data: 04 11 16

Quant.	Descrição das Mercadorias	Preço Unit.	TOTAL R\$
20	cm Balsa 1/2	1,42	28,40
2	lets Balsa 3/8	8,00	16,00
			
			43,00

Não aceitamos reclamações posteriores - Favor conferir as mercadorias Total R\$ 43,00

NAO E VALIDO COMO PROVA DE COMPRA PARA A ENTREGA DE MERCADORIA DOCUMENTO IMPRINTADO PAGAMENTO

NUMERO DO DOCUMENTO: 000006259 ; NUMERO DO DOCUMENTO FISCAL: DATA : 28/11/2016 - 17:36:24

TAMBO ABRACOLA CNPJ: 06350262000162 ; CLIENTE.: 551 OTAVIO SANTOS COLOMBO -
 AV. PRESIDENTE TANCREDO NEVES 2676 - ZACARIAS ; ENDEREÇO.: RUA CEL GALDINO PIRES 425 - CENTRO - 35300-048
 CARATINGA MG - Telefone 3333213190 ; CIDADE...: CARATINGA - MG - Fone.: CPF : 06236840636
 VENDEDOR : JJ CARLOS MAGNO FERRE ; OBS.....:

Item	Codigo	Qtde	Und	Descricao do Produto	Marca	DescI	Unitario	Total
1	8960	2,00	UN	POLIA FERRO CANAL A 1X05 FLOPES	FLOPES	0,00	16,00	32,00
2	4247	1,00	UN	POLIA FERRO CANAL A 1X11 FLOPES	FLOPES	0,00	22,20	22,20
3	4254	1,00	UN	POLIA FERRO CANAL A 1X18 FLOPES	FLOPES	0,00	41,00	41,00
4	7339	1,00	UN	BARRA ROSCADA 5/8	CISER	0,00	14,40	14,40
5	3064	1,00	UN	CORREIA EM V A 33 MULTIBELT	MULTIBELT	0,00	6,30	6,30
6	3057	1,00	UN	CORREIA EM V A 27 MULTIBELT	MULTIBELT	0,00	5,00	5,00
7	4568	2,00	UN	ROLAMENTO I L 6203 2ZR C3 FAG/NTN/SKF NACIONAL	FAG	0,00	15,00	30,00
8	7174	10,00	UN	PARAFUSO SEXTAVADO ROSCA INTEIRA 5/16X1	CISER	0,00	0,50	5,00
9	7406	10,00	UN	PORCA SEITAVADA 5/16	CISER	0,00	0,11	1,10
Sub Total :		157,00	Desconto :		0,00	Total Liquido :		157,00
						Total Liquido :		157,00

Quantidade de Produtos : 29 Numero do Documento: 6259
 E VEDADA A AUTENTICACAO DESTA DOCUMENTO

.5 ANEXO 5

www.mgpeletrica.com.br/bobinadeira/66-bobinadeira-eletrica-digital-grande.html

Home > Máquinas > Bobinadeira > BOBINADEIRA ELETRICA DIGITAL

BOBINADEIRA ELETRICA DIGITAL

REFERÊNCIA: I3802



BOBINADEIRA ELÉTRICA DIGITAL

- . 6 meses de garantia contra defeitos de fabricação
- . Enrola motores até 50 CV (ou mais)
- . Trabalha bem com fios 14 até 40AWG

Atenção: A máquina é produzida sob encomenda com prazo de embarque entre 30 e 45 dias.

Dimensões da máquina (sem embalagem):

altura: 112 cm
 largura: 65 cm
 profundidade: 60 cm
 peso: 35 kg

Imprimir

R\$ 2.500,00
 6x R\$ 416,67 s/ juros

Quantidade: **Comprar**

www.mgpeletrica.com.br/bobinadeira/68-placa-de-bobinadeira-ajustavel.html

MGPELÉTRICA
 TUDO EM ACESSÓRIOS PARA MOTORES

BUSCA

Home > Máquinas > Bobinadeira > PLACA DE BOBINADEIRA AJUSTAVEL

PLACA DE BOBINADEIRA AJUSTAVEL

REFERÊNCIA: I3804



Ideal para facilitar o trabalho de rebobinamento com mais rapidez.

Adaptável para modelos de números 1 a 12.

Produto feito sob encomenda

Prazo para entrega 30 dias

R\$ 1.100,00
 6x R\$ 183,33 s/ juros

Quantidade: **Comprar**

Imprimir