



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

**ARTUR RIBEIRO NUNES
MURIEL PEREIRA MENDES**

AUTOMAÇÃO DE UM PARQUE FABRIL DE ARGAMASSA

Tubarão
2020

ARTUR RIBEIRO NUNES
MURIEL PEREIRA MENDES

AUTOMAÇÃO DE UM PARQUE FABRIL DE ARGAMASSA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica da
Universidade do Sul de Santa Catarina como
requisito parcial à obtenção do título de
Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Luís Fernando Ferreira de Campos, Me. Eng.

Tubarão
2020

ARTUR RIBEIRO NUNES
MURIEL PEREIRA MENDES

AUTOMAÇÃO DE UM PARQUE FABRIL DE ARGAMASSA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Eletricista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 13 de novembro de 2020



Professor e orientador Luis Fernando Ferreira de Campos, Me. Eng.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Francisco Duarte de Oliveira, Me. Eng.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Eng. Jonathan de Stefani Anselmo
Engenheiro Civil

De Artur:

Agradeço a Deus que me deu forças para concluir este projeto de forma satisfatória, ao meu pai José, minha mãe Suzete, aos meus irmãos e minha namorada que tiveram paciência durante execução deste projeto. Quero dedicar também essa monografia ao meu grande amigo Rafael Furghestti (in memoriam).

De Muriel:

Dedico este trabalho a Deus; sem ele eu não teria capacidade para desenvolver este trabalho, aos meus pais que me apoiaram nessa caminhada até a conclusão do curso, aos colegas de faculdade que me ajudaram a concluir mais esse objetivo da minha vida e a Lívia, minha filha que está para nascer em fevereiro de 2021.

AGRADECIMENTOS

De Artur:

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ultrapassar meus limites ao longo do meu caminho na vida acadêmica. Aos meus pais José e Suzete e meus irmãos Romulo e Conrado que me apoiam sempre e me incentivaram nos momentos difíceis. À minha namorada Francine que sempre esteve do meu lado me apoiando.

Agradeço também a todos os professores, em especial meu orientador Me. Luís Fernando, por compartilhar sua sabedoria e nos incentivar ao longo desse trabalho.

De Muriel:

Agradeço a Deus por ter me dado a capacidade para concluir esse curso, por ter me protegido todos os dias e abençoado com essa graduação.

Agradeço a minha família por ter me apoiado todos os, a minha esposa por sempre me motivar, a minha filha Sofia que nunca me deixou desanimar e agora a minha filha Lívia que me deu mais uma motivação.

Agradeço a todos os professores por terem dado o seu melhor para que nosso conhecimento seja expandido e em especial ao professor Luís que nos orientou nesse TCC.

“Só uma coisa torna um sonho impossível: o medo de fracassar.” (Autor Desconhecido)

RESUMO

Este trabalho busca desenvolver e aplicar um projeto para automação da indústria de argamassa PROTEC, localizada no município de Gaspar/SC, levando em consideração o atendimento a todas as necessidades que surgiram durante o projeto. Seu principal objetivo é obter facilidade, agilidade e precisão no processo de fabricação de argamassa a fim de que o produto tenha sempre a mistura mais uniforme possível, independentemente do lote de fabricação.

Palavras-chave: Automatização, Argamassa, Indústria

ABSTRACT

This work seeks to develop and apply an automation project for a mortar factory named PROTEC, located in the city of Gaspar/SC, taking into consideration the compliance to all needs that emerged during the project. Its main objective is to obtain ease, agility and precision in the mortar's fabrication process in order that the product always has most uniform blend possible, regardless of the fabrication lot.

Keywords: Automation, Industry, Mortar.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma do Processo Manual	16
Figura 2 – CLP Siemens LOGO!.....	18
Figura 3 – Painel com CLP Instalado	19
Figura 4 – Fórmula de cálculo de motores trifásicos.....	20
Figura 5 – Inversor Siemens V20	21
Figura 6 – Inversor de Frequência	22
Figura 7 – Indicador de Peso WT21	23
Figura 8 – Célula de Carga	25
Figura 9 – IHM Siemens Logo! TDE	26
Figura 10 – Rotor e Estator de Motor	27
Figura 11 – Motor de Indução Trifásica SEW.....	28
Figura 12 - Placa de Motor	29
Figura 13 – Relé Térmico	30
Figura 14 – Contator de Potência	32
Figura 15 – Relé Térmico Internamente.....	33
Figura 16 – Disjuntor de Motor	34
Figura 17 – Principais Elementos do Disjuntor de Motor	35
Figura 18 – Chave de Partida Direta.....	37
Figura 19 – Disjuntor 5SP SIEMENS	38
Figura 20 – Dados Técnicos Disjuntores.....	40
Figura 21 – Fluxograma do Processo Automatizado.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produção Diária	42
-----------------------------------	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	13
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 Objetivo Geral	14
1.3.2 Objetivos Específicos	14
1.4 DELIMITAÇÕES	14
1.5 METODOLOGIA	14
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 CLP - CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL	17
2.2 INVERSOR DE FREQUÊNCIA	20
2.3 INDICADOR DE PESO WT21	23
2.4 CÉLULAS DE CARGA	24
2.5 IHM - TDE SIEMENS.....	25
2.6 MOTORES DE INDUÇÃO TRIFÁSICO	26
2.7 RELÉ TÉRMICO.....	29
2.8 CONTADORES DE POTÊNCIA	32
2.8.1 Partes Internas	33
2.8.2 Dimensionamento	33
2.9 DISJUNTOR MOTOR	34
2.10 CHAVE DE PARTIDA DIRETA	37
2.11 DISJUNTOR 5SP SIEMENS	37
2.11.1 Tipos de Disjuntores	38
2.11.1.1 Disjuntor Térmico	38
2.11.1.2 Disjuntor Magnético	39
2.11.1.3 Disjuntor Termomagnético	39
2.11.2 Disjuntores	39
3 RESULTADOS	41
4 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE	48

APÊNDICE A – AUTOMAÇÃO PROTEC.....	49
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

Devido à grande demanda do mercado em relação a automação de processos industriais, sendo hoje um dos principais ramos da engenharia elétrica, eletrônica e mecânica. O mercado atualmente de automação está crescendo exponencialmente e cada vez mais as empresas estão investindo nesse ramo, tanto para aumentar sua produção, quanto para diminuir o quadro de funcionários.

As fábricas de argamassa trabalham basicamente com areia e cimento como seus componentes principais para as misturas dos mais diversos produtos, como argamassa AC1, AC2 e AC3, sendo esses componentes baratos em relação ao seu preço por tonelada. O preço de uma saca de argamassa está baseado no valor do aditivo necessário para cada mistura de um produto específico. É apoiado nesse fator principal do aditivo que toda a automação é essencial, para que o aditivo seja apenas o necessário para que a mistura seja aprovada nos testes de qualidade de cada empresa rege ao seu produto.

1.1 JUSTIFICATIVA

A empresa escolhida em pauta foi a PROTEC, uma fábrica de argamassas localizada nas margens da SC - 470 em Gaspar-SC, que está no mercado há alguns anos, tendo seu início com um pequeno parque fabril, onde a mistura dos produtos era feita a partir de baldes. A mistura dos produtos era realizada em uma betoneira de obras civis e ensacado de maneira manual. Com o tempo a empresa foi se consolidando e investindo em novos maquinários, aumentando sua produção e qualidade dos produtos, porém ainda com comandos manuais e muitos suscetíveis a erros humanos.

Foi com intuito de aumentar sua produção e diminuir os erros humanos, assim evitando desperdícios de materiais que a empresa, viu-se necessário investir em um novo sistema de produção. Desta maneira, visando a facilidade de produção e o mínimo manuseio de seus colaboradores em relação a dosagem de cada material em cada mistura produzida, entendeu-se que o colaborador deveria apenas abastecer os silos e selecionar a mistura a ser feita, deixando toda a dosagem ser feita pela máquina, já programada conforme o engenheiro químico da empresa havia descrito.

Futuramente o processo de produção de cada produto será todo automatizado, sendo necessário apenas um colaborador para abastecer os silos com os bags de cada produto

através de uma talha mecânica, sem esforço manual nenhum e que este colaborador escolha a mistura a ser produzida no CLP (controlador lógico programável), desta forma ele fica monitorando o processo através de um painel de comando próximo a balança. Assim, terminando de ser feita a dosagem de todos os materiais na balança, o material vai para um misturador, onde todos os materiais são misturados de forma homogênea por um tempo pré-determinado pelo engenheiro químico, retirado uma amostra dessa mistura, testada em laboratório e caso liberada, o material é ensacado de forma automática por maquinários, necessitando que alguns colaboradores somente paletizem os sacos.

Uns dos principais problemas encontrados no processo de automação foi mecânico onde será necessário um cuidado maior com relação a materiais com baixa densidade como a dolomita, uns dos materiais carro chefe da PROTEC. O problema foi em relação as roscas de abastecimentos ligadas dos silos a balança, sendo preciso uma precaução superior, já que este material fica facilmente trancado nas roscas, assim danificando motores e inversores, caso não manuseado de maneira correta. Assim os inversores dessas roscas foram programados de maneira diferente dos outros materiais, evitando assim seu desgaste maior devido a sua dificuldade de manuseio.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A empresa funciona a partir de roscas de materiais manuais, abastecidas por silos onde o material era depositado e dosado para uma balança onde as misturas de cada produto normalmente ficavam super dimensionadas devido à baixa precisão destas roscas, ou seja, muitas vezes a dosagem de cimento, areia e aditivo era superior a necessária para suprir os requisitos mínimos previstos pela empresa, desta maneira gerando prejuízos. Outro problema a ser enfrentado será a alta demanda de manutenção nesses equipamentos, já que muitos era equipamentos usados e instalados de forma incorreta, sem a sua manutenção em dia, semanalmente alguns acabavam por estragar e deixavam toda a produção parada.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Automatizar processos de mistura de componentes para obtenção de argamassa aplicado em estudo de caso da fábrica PROTEC.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Projetar circuitos elétricos;
- Conceber os blocos de programação do CLP;
- Explicitar instrumentação necessária para desenvolvimento do projeto;
- Analisar soluções para processo de envase;
- Projetar um sistema de supervisão e controle para a manipulação
- Analisar melhores formas para aumento da produtividade.

1.4 DELIMITAÇÕES

Esse trabalho trata da automatização de uma máquina de um parque fabril de argamassa o qual será realizado na empresa PROTEC no município de Gaspar, Santa Catarina. O projeto destina-se na substituição do controle manual das roscas dos silos de materiais por um controle automático realizado por um CLP no qual é feita a dosagem dos materiais de forma precisa conforme programado.

1.5 METODOLOGIA

No início do projeto de automação do parque fabril, foram traçados objetivos claros a serem realizados antes do processo de fabricação e instalação dos maquinários, sendo eles aumentar a produção, evitar desperdícios de materiais e diminuir a probabilidade de erros humanos durante o processo.

- O estudo dos levantamentos dos dados é feito com documentos:
- Manuais de operação de sensores e atuadores elétricos;
- Manuais de inversores;
- Controlador Lógico Programável (CLP)

- Diagramas unifilares;
- Manuais de equipamentos pneumáticos;
- Plantas mecânicas da unidade.

As quantidades de cada material a ser utilizada em cada mistura de produto provém de uma instrução de trabalho (IT) da empresa PROTEC conforme responsável químico.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 1 trata da introdução onde encontra-se os objetivos geral e específico, delimitações e metodologia do trabalho.

O capítulo 2 faz referência a revisão bibliográfica onde são especificados os componentes a serem utilizados na máquina, bem como motores, atuadores, reles, sensores e suas respectivas referencias bibliográfica.

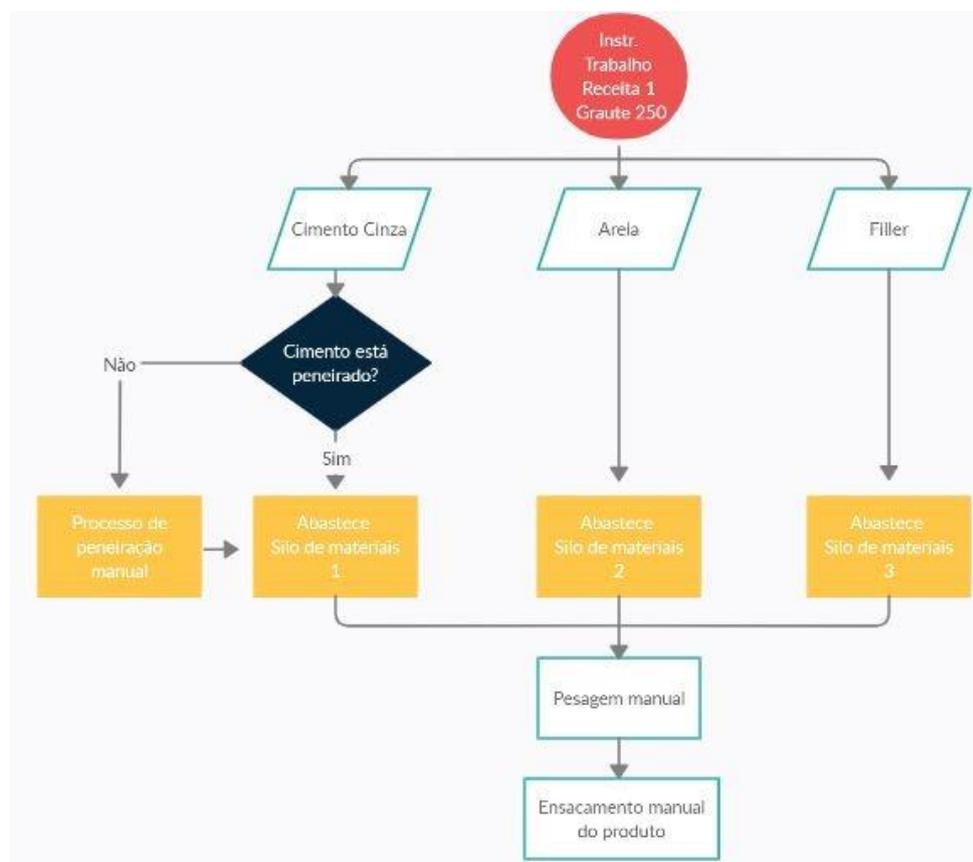
Já no capítulo 3 irá abordar os resultados que se obteve com a implementação da automatização.

No capítulo 4 é abordado um resumo geral do que foi apresentado ao longo desse trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Anteriormente o processo de produção da empresa PROTEC era praticamente todo manual, onde seus colaboradores precisavam fazer grande parte das tarefas do processo, assim suscetível a erros humanos e falhas no processo. Esse processo de produção estava implantado desde o surgimento da empresa, logo as máquinas eram antigas e necessitavam de manutenção frequentes, devido seu tempo de uso.

Figura 1 – Fluxograma do Processo Manual



Fonte: Dos Autores (2020).

Segundo a Figura 1, o processo se iniciava com a escolha da receita a ser produzida naquele dia, o encarregado da produção passa a instrução de trabalho aos responsáveis de cada setor e se iniciava o processo.

Primeiramente eram vistos os materiais utilizados nessa receita, o cimento é o material principal de todas as receitas, porém para a produção de argamassas e rejuntas é necessário ele esteja peneirado para evitar que o produto fique com granulados, assim o tornando inutilizável. Desta forma, caso haja cimento peneirado é abastecido o silo 1, a caso

não tenha é necessário que um colaborador peneire de forma manual o mesmo até a quantidade necessária para aquela receita. Os demais materiais usados na produção da receita escolhida são abastecidos no silo 2 e silo 3.

Após os silos abastecidos, inicia-se o processo de pesagem que era feito de maneira manual. Cada silo possui uma rosca que transporta o material para a pesagem na balança, esta que é feita de maneira acumulativa, exemplo o material 1 é 350 kg, a pesagem é feita até 350 kg e parada de forma manual por uma chave seletora, o material 2 é 250 kg, a pesagem é feita a partir do 350 kg até 600 kg e assim sucessivamente. Esse método de pesagem é muito impreciso, devido a depender da ação do colaborador e a partir de somatórias até o resultado.

Após a pesagem dos materiais, a mistura dos mesmos é transportada até os bicos de ensacamento onde é feita de maneira manual, no qual o colaborador coloca o saco no bico e começa o processo, o colaborador enche o saco até uma medida pré-definida conhecida por tentativas e erros anteriores, retira o saco do bico e faz a pesagem do mesmo em uma balança independente, a qual se o peso bater com o esperado, o saco é liberado, senão é retirado ou acrescentado material manualmente até que o peso esperado seja atingido.

Devido a esse processo lento e manual, foi elaborado um novo projeto de produção para toda a fábrica desde ao abastecimento dos silos até o ensacamento do produto final, para a elaboração desse projeto novo foram automatizados diversos processos menores para que o conjunto seja mais ágil e preciso, desta maneira evitando desperdícios de material e mão de obra. Para automatizar os diversos processos envolvidos na produção de argamassa e rejuntas foram utilizados equipamentos elétricos, eletrônicos e mecânicos para que o conjunto da automação do parque fabril se torne eficiente.

A seguir serão mostrados os materiais utilizados para automatizar a indústria PROTEC, conforme diagrama unifilar mostrado no Apêndice A.

2.1 CLP - CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

O controlador lógico programável é uma das peças fundamentais do projeto de automação do parque fabril, ele é responsável pelo gerenciamento de todo processo, em que através da leitura de suas entradas digitais e analógicas e ele comanda o *set/reset* de cada saída digital. Sua função no projeto é ler o sinal analógico vindo do indicador de peso (WT21 - painel), calcular a dosagem de cada material da IT pré-definida pelo operador e assim ligar as roscas de cada silo para abastecer a balança.

Na Figura 2 mostra os controladores lógicos programáveis. O que será utilizado para o projeto é o equipamento da direita modelo 230RC.

Figura 2 – CLP Siemens LOGO!



Fonte: TS AUTOMAÇÃO (2020).

Segundo SIEMENS (2020):

“Entre as vantagens de usar um CLP estão a redução do tempo de resposta das máquinas e equipamentos, eficiência produtiva e maior competitividade industrial.

O CLP surgiu no início da década de 70 como uma necessidade da indústria automobilística devido a problemas relacionados à linha de produção. Não era fácil reformular a mesma linha (com diversos painéis e comandos) para produzir diferentes modelos de veículos, além do grande custo relacionado à estas mudanças.

Então, Ricahrd Morley, em parceria com um grupo de engenheiros da Bedford Associates, construiu o primeiro CLP por encomenda da General Motors. No início, a exigência feita foi por um equipamento flexível como o computador, de fácil programação e manutenção, resistente ao ambiente industrial (poluição, vibração, temperatura), de preço competitivo com sistemas de controle a relé. Assim, os primeiros CLP's apontaram e hoje estão presentes nos diferentes tipos de indústrias.”

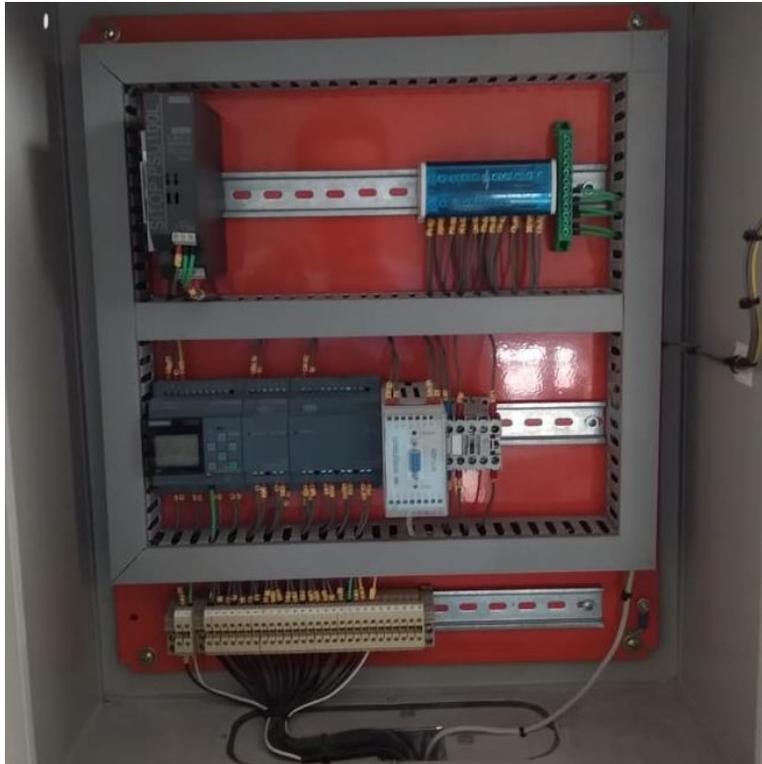
Esse dispositivo é projetado com índice de proteção elevado, assim podendo ser instalado em ambientes onde há sujeira, poeira, temperaturas adversas, ruídos e vibrações. Por se tratar de um dos pilares no processo de automação, ou seja, normalmente todo controle é feito a partir dele, sua proteção contra surtos de tensão e curto-circuito é essencial, dessa maneira é indispensável o uso de fusíveis ou disjuntores para a proteção dele.

Segundo SIEMENS (2020), sua estrutura básica é parecida com um computador, possui um processador, uma memória para leitura e gravação, uma memória de leitura e portas de comunicação.

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020), define o CLP como "um equipamento eletrônico digital com *hardware* e *software* compatíveis com as aplicações industriais".

Na Figura 3 é o painel onde está localizado o Controlador Lógico Programável.

Figura 3 – Painel com CLP Instalado



Fonte: DOS AUTORES (2020).

O processo se inicia quando o CLP faz a leitura do controlador de peso, e atesta que o mesmo está em 0V, ou seja, 0kg assim demonstrando que a balança está vazia e apta para um novo ciclo, posteriormente lê o comando do operador, que escolhe a IT e a sua dosagem. Desta maneira, o CLP inicia o ciclo, primeiramente lendo quais os materiais utilizados na IT escolhida, assim ligando as roscas transportadoras dos silos, mantendo uma sequência pré-estabelecida pela fábrica, sempre inserindo os materiais com granulagem maior para evitar que os demais fiquem presos no fundo da balança. Durante o ciclo o CLP faz o monitoramento da entrada analógica referente ao peso da balança, chaveia os inversores da roscas conforme o peso vai aumentando, usando duas velocidades, uma elevada na faixa de 60 Hz e outra baixa em torno de 25 Hz para uma pesagem fina que é acionada nos últimos 20 Kg de cada material. Ao atingir o peso total da IT, o CLP desliga todos as roscas de materiais e liga a rosca para o misturador de materiais e deixa a mistura bater por aproximadamente 3 minutos, posteriormente o material é liberado para as máquinas de ensacar, onde o material é embalado e fechado o ciclo do CLP e o processo finalizado com sucesso.

O modelo do CLP usado foi o LOGO 8 da marca SIEMENS, onde ele dispõe 8 entradas digitais sendo possível programar 2 dessas entradas para analógicas e 4 saídas digitais e com possibilidade de expansão para até 24 entradas e 30 saídas digitais. O CLP foi usado em conjunto com IHM uma TDE com 6 linhas e 20 caracteres com comunicação *Ethernet*.

2.2 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Os inversores de frequência instalados na empresa PROTEC são encarregados pelo controle preciso de cada motor da planta, sua função é suavizar as partidas de cada motor para evitar solavancos nos motores e picos de corrente, outra finalidade da instalação de inversores de frequência para o controle dos motores se diz respeito a regulação da velocidade dos motores assim conforme a necessidade de cada motor. Seus comandos de liga e desliga são gerenciados pelo CLP, respeitando uma sequência de programação de cada IT escolhida pelo operador.

Figura 4 – Fórmula de cálculo de motores trifásicos

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

Onde:
 N_s = Velocidade Síncrona em RPM
 f = Frequência em Hz
 p = Números de polos

Fonte: ATHOS ELETRONICS (2020).

Para se calcular a velocidade de um motor síncrono usamos a fórmula conforme Figura 4, onde:

- N_s – Velocidade Síncrona do Motor Trifásico;
- 120 – Constante de fórmula;
- f – Frequência de alimentação do Motor Trifásico;
- p – Número de polos conforme determinada pelo fabricante do motor.

Um dos principais problemas relacionados a motores elétricos trifásicos em processos de fabricação de argamassas são as partidas e paradas deles, por se tratar de materiais pesados como areia, cimento e dolomita, desta maneira para o arranque e parada suave foi escolhido o uso de inversores de frequência. O inversor de frequência diferentemente do *soft starter* que possui apenas a função de suavizar a arrancada e parada do motor, o inversor por trabalhar com o chaveamento da frequência, tem a função ainda de regular a velocidade de

trabalho do motor. Desta maneira, como os materiais possuem densidade diferentes, a velocidade de cada motor é diferente conforme densidade do produto e necessidade de produção.

Figura 5 – Inversor Siemens V20



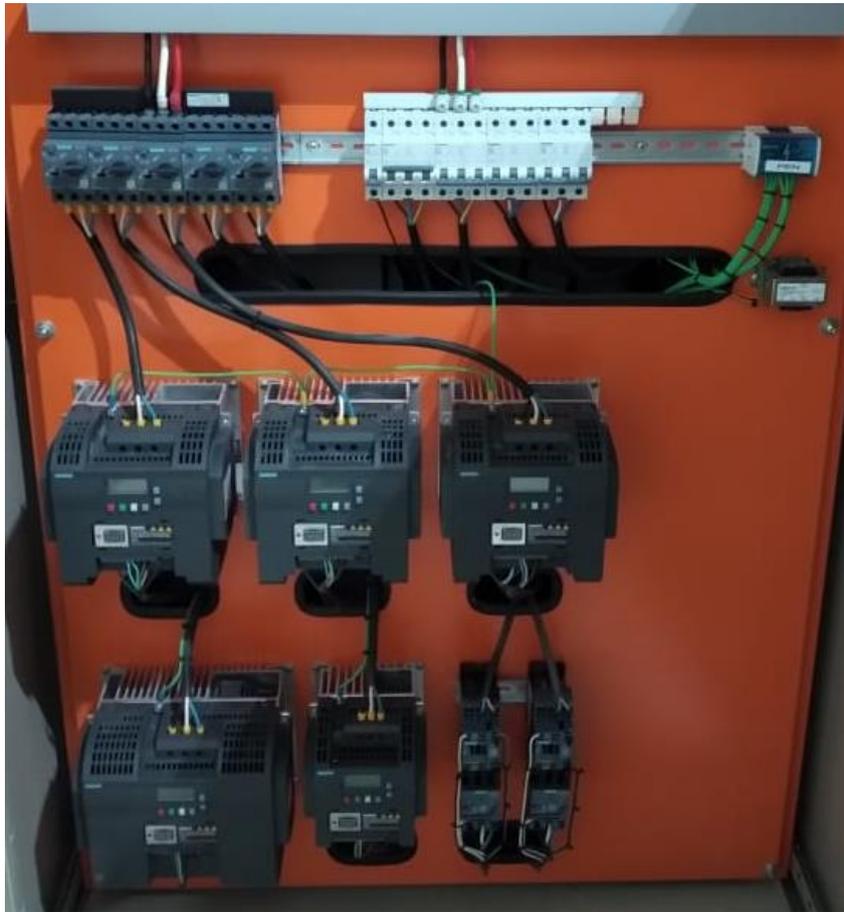
Fonte: SIEMENS (2020).

Atualmente o uso de inversores de frequências, conforme Figura 5, na indústria é visto como imprescindível, já que um motor partindo com uma ligação direta em sua tensão nominal, o pico de corrente durante a partida é muito elevado pode gerar quedas de tensão e se não bem dimensionados e protegidos conforme manual de uso, acabar danificando ou queimando o motor propriamente dito. Assim, com uso dos inversores o motor possui uma arrancada suave, podendo ser escolhida até o tempo que ele levará até chegar em sua rotação nominal, além ainda de proteções como os sensores de rotor bloqueado e falta de fase.

Segundo ATHOS ELETRONICS (2020):

“Os motores elétricos trifásicos são amplamente utilizados na indústria por conta de sua alta eficiência e melhor custo-benefício. Seu princípio de funcionamento é baseado no campo magnético rotativo, que acontece quando um sistema de alimentação de corrente alternada é aplicado em polos defasados 120° entre si, ou seja, um sistema trifásico. Dessa forma, a velocidade do motor elétrico trifásico está diretamente ligada a frequência do motor e o número de polos do motor, sendo a última uma característica já de fábrica do motor elétrico.”

Figura 6 – Inversor de Frequência



Fonte: DOS AUTORES (2020).

Na

Figura 6 mostra o painel onde estão localizados os inversores de frequência utilizados na empresa PROTEC.

Os inversores usados nos painéis foram da marca SIEMENS, todos do modelo SINAMICS V20 com entrada e saída trifásica em 380V, com suas potências conforme cada motor instalado, esse modelo foi escolhido pelo rápido tempo de comissionamento, fácil operação e robustez. Além disso esse modelo é essencial para o uso em locais onde a presença de pó é frequente, principalmente por suas placas eletrônicas serem revestidas assim tornando as mais resistentes, mas o principal motivo pelo qual foi utilizado esse modelo de inversor é a sua capacidade de programação, sendo possível fazer lógicas binárias, lógicas especiais como funções *AND*, *OR*, *NAND*, *TIMER* e entre outras. Esse modelo é um intermediário da vasta

linha da marca SIEMENS, sendo ainda muito comum encontrar pontos de assistência técnica em futuras manutenções deles.

2.3 INDICADOR DE PESO WT21

O indicador de peso WT21-painel faz a leitura da caixa de junção onde o sinal das três células de carga é feito uma média e assim chegando apenas um sinal analógico. O indicador através desse sinal enviado pela caixa de junção, ele converte o sinal para peso assim conforme ajustado para proporção 1/1 (1mv = 1kg) ou para qualquer outra proporção ajustada pelo operador, ele mostra o peso no display e manda um sinal analógico de tensão para o CLP, assim gerenciando o processo da IT. Sua função basicamente no projeto é ler as células de carga, converter o sinal e repassar para o CLP.

Figura 7 – Indicador de Peso WT21



Fonte: WEIGHTTECH (2020).

Na Figura 7 é ilustrado o Indicador de Peso WT21 da empresa Weightech que será utilizado.

Segundo manual de utilização, o indicador de peso WT21 suas principais características são:

- “- Compatível com impressoras Zebra TLP2844 e GC420;
- Interface RS232 de fábrica, com possibilidade de acoplamento de serial adicional RS232/RS422;
- Funcionamento no modo *stand-alone* ou conectado a CLP para sistema de controle externo;
- Possui diversos parâmetros e placas adicionais, tornando-se apropriado às mais diversas aplicações, como sistemas de pesagem, comparadores, dosadores por ganho e perda de peso, análise de pico etc.;
- Procedimento de calibração flexível, possibilitando ajuste de 2 ou 5 pontos da escala
- de medição e memorização dos valores de zero e spam em mV/V obtidos na última calibração;

- Recursos ajustáveis de filtros, de forma a prevenir interferências de vibrações em ambientes industriais;
- Conversor A/D de alta performance: Resolução 1/1.000.000, até 120 conversões por segundo;
- Pode ser conectado a até 8 células de 350 Ω ou 16 células de 700 Ω ;
- Design compacto, apropriado para montagem em painel (norma DIN);
- Painel frontal com grau de proteção IP-65.” Weigtech (2020).

O indicador de peso instalado na planta do parque fabril foi o WT21-painel da marca Weigtech onde sua função no processo é mostrar o peso real no seu *display* e ainda convertê-lo para um sinal em mV para enviar ao CLP de comando. Esse modelo foi escolhido devido sua velocidade de resposta e precisão na leitura das células de carga, além disso por sua saída analógica ser programável para sinais em corrente ou tensão, onde na planta foi usado o sinal de tensão. Seu sistema permite refinar as programações básicas, como aumentar ou diminuir seu tempo de leitura e resposta, atribuir funções zerar quando o peso na balança é inferior a 1% da sua capacidade total, por exemplo se a capacidade da balança é 1000 kg e o indicador estiver marcando 8 kg, ele entendera que é zero pois é um erro aceitável em uma medição dessa proporção, seu sistema permite programar a relação peso/tensão conforme necessidade, ele disponibiliza ainda uma interface RS232 de fábrica.

2.4 CÉLULAS DE CARGA

As células de carga, fazem parte do processo de pesagem do material, onde através da deformação dela ela envia sinais de tensão em milivolts para o indicador de pesagem. No projeto foram instaladas três unidades dispostas em forma triangular no compartimento da balança. Os sinais gerados por cada unidade são recebidos por uma caixa de junção, onde é feita a média dos três sinais e convertido para apenas um sinal, o qual esse sinal é enviado ao indicador de pesagem para o controle e amostragem do peso depositado sob a balança.

Figura 8 – Célula de Carga



Fonte: WEIGHTTECH (2020).

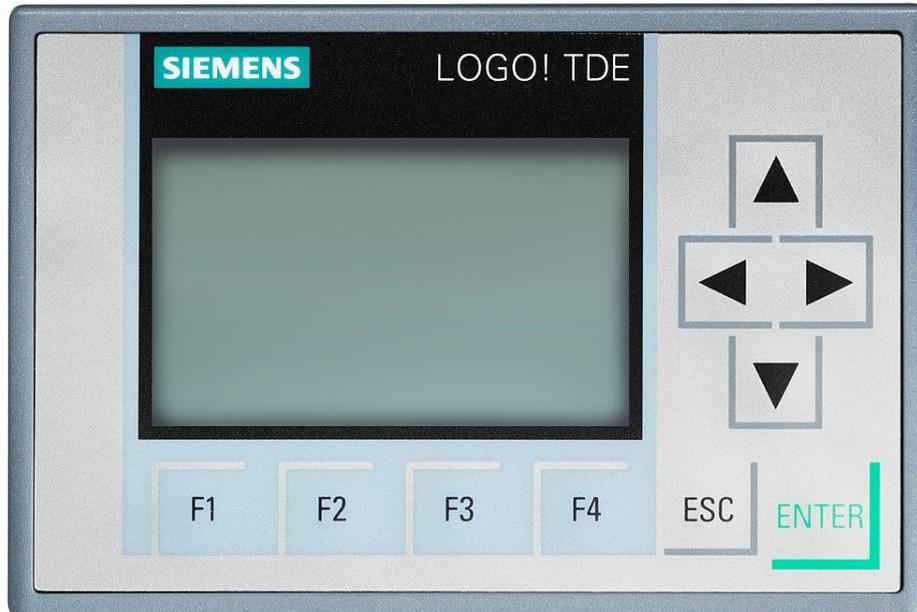
Na Figura 8 mostra o indicador de peso modelo WT21 utilizado na empresa PROTEC.

2.5 IHM - TDE SIEMENS

A interface homem máquina (IHM) é um acessório do CLP, onde o operador tem acesso a um *display* e teclas para o manuseio dele. O IHM é usado para ter acesso a cada IT, no *display* é mostrado todas as IT's programadas conforme responsável químico, após a escolha da IT a ser realizada no momento, o operador seta para iniciar o processo, durante o processo o operador tem as informações de qual rosca está pré-definido e o peso simultâneo durante o processo.

A IHM, é uma aplicação em uma tela, podendo ser gráficos, menus e informações, o uso dela é para tornar mais eficiente a comunicação entre pessoas e máquinas. Seu uso tornou-se mais comum em painéis ou máquinas onde o uso de botões e chaves eram em quantidades consideráveis, assim desta maneira tornando os painéis poluídos e mais suscetíveis a erros de manuseios. A IHM por se tratar de uma tela interativa entre a máquina e o operador, a margem de erros diminui muito, já que ela pode ser mostrada em menus assim mostrando apenas o que o operador necessita no momento.

Figura 9 – IHM Siemens Logo! TDE



Fonte: SIEMENS (2020).

O uso de IHM, conforme Figura 9, no processo de automação da empresa PROTEC foi essencial, já que a empresa possui diversas IT's, cada IT tem quantidades diferentes de cada material, deste modo o painel teria que ter diversas chaves ou botões para a escolha de uma IT, com a IHM o processo se tornou mais simples e limpo, com apenas uma tela interativa com todas as IT's programadas no CLP.

2.6 MOTORES DE INDUÇÃO TRIFÁSICO

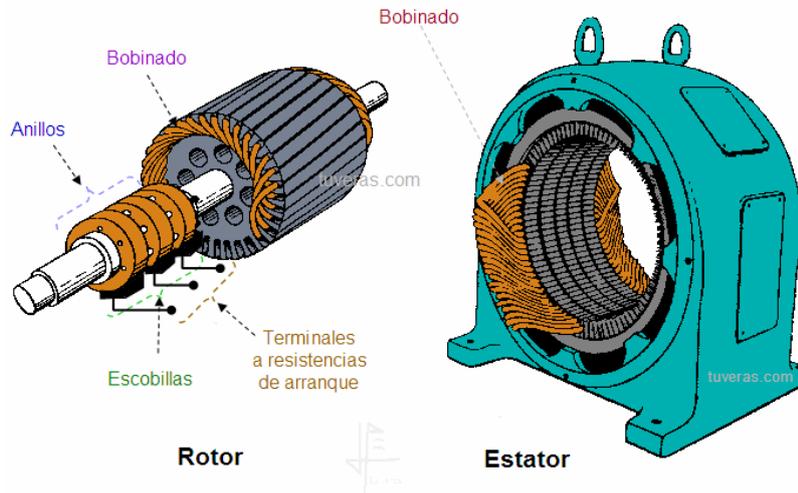
Motores de indução trifásica nada mais são que máquinas alimentadas por um sistema trifásico que transforma energia elétrica em energia mecânica, gerando assim força de trabalho em rotação.

Segundo MUNDO DA ELÉTRICA (2020), “Os motores combinam as vantagens da energia elétrica com o baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade no comando [...] uma construção aparentemente simples e seus custos são reduzidos, como por exemplo manutenção, fabricação e montagem, além de fácil adaptação às cargas de diversos tipos.”

Motores de indução trifásicos são encontrados em diversos tipos de equipamentos e indústrias, por se tratar de fácil manutenção e rebobinagem da bobina e ainda por ser de fácil encontro no mercado.

Esses motores estão divididos basicamente em duas partes principais, o rotor que é a parte móvel do motor e o estator a parte fixa dele, como visto na Figura 10.

Figura 10 – Rotor e Estator de Motor



Fonte: MÁQUINAS ELÉTRICAS I (2020).

Segundo MUNDO DA ELÉTRICA (2020):

“O rotor é tudo que gira em torno de seu próprio eixo, de forma a produzindo movimentos de rotação. Os rotores estão presentes em qualquer máquina rotativa, como turbinas e compressores por exemplo.

Por outro lado, o estator é a parte de um motor ou gerador elétrico que se mantém fixa à carcaça de um motor e tem por função conduzir o fluxo magnético. Assim como nas bobinas, é formado no rotor um campo magnético capaz de induzir uma corrente elétrica.

O princípio de funcionamento para o motor de indução se baseia na criação de um campo magnético rotativo, ou campo girante. Este campo girante surge a partir da aplicação de tensão alternada no estator, que a partir de então ele consegue produzir um campo magnético rotativo que atravessa os condutores do rotor.

Este campo magnético variável induz no rotor uma força eletromotriz (f.e.m) que, por sua vez, cria o seu próprio campo magnético girante. O campo magnético girante criado pelo rotor, ao “tentar” se alinhar com o campo girante do estator, produz um movimento de rotação no rotor, ou seja, o rotor começa a girar continuamente, sendo que a velocidade do motor é inversamente proporcional ao número de polos que ele possui, ou seja, quanto maior a quantidade de polos do motor menor será a sua velocidade.”

Os motores de indução trifásico, conforme Figura 11, aplicados na planta mecânica do parque fabril de argamassa foram escolhidos conforme necessidade de energia mecânica para produzir o funcionamento perfeito de cada máquina e correia transportadora projetada pelo engenheiro mecânico. Todos os motores instalados no parque foram instalados no parque estão a um degrau de potência acima da menor potência necessária calculada, assim para que em uma ampliação do parque os motores possam ser reutilizados, deste modo evitando novos gastos com uma ampliação já projetada pela empresa.

Figura 11 – Motor de Indução Trifásica SEW



Fonte: MF RURAL (2020).

O controle de partida, velocidade e parada de cada motor foi definido conforme sua necessidade, ou seja, os motores que partiriam com carga e necessitariam ter um controle de velocidade viu-se necessário a instalação de inversores de frequência para os mesmos, visto que uma *soft starter* atenderia apenas a partida suavizada, porém não teríamos o controle de velocidade. Já os motores que iriam partir sem carga e trabalhariam em sua rotação nominal conforme placa de identificação do fabricante, foi visto que a partida direta atenderia perfeitamente, esse ligação é mais simples nas tantas maneiras de se partir um motor de indução, claro que tomando os cuidados em relação a proteção de sobrecorrente e falta de fases, instalando em conjunto com os contadores de potência trifásico, os relés de sobrecarga dimensionados respeitando a corrente nominal do motor e relés de falta de fase, para uma eventual falta de uma ou mais fases o motor parar de funcionar imediatamente, evitando danos ao mesmo.

Figura 12 - Placa de Motor



Fonte: RESUMOS PARA ENGENHEIROS (2020)

Todos os motores aplicados na planta foram dimensionados pelo projetista mecânico, onde foi calculado o torque necessário para cada máquina instalada. Desta maneira com os motores já dimensionados, viu-se necessário saber como cada motor seria controlado, sendo eles por partida direta, com o uso de inversores ou *soft starter*. Assim como todos os motores trabalham em rotações não usuais com as fabricadas, foram usados motores com redutores acoplados da marca SEW, por se tratar de uma marca bem conceituada no mercado, além de ser uma das poucas marcas que vendem motores acoplados diretamente com redutores, os chamados moto redutores.

Todos os motores fabricados industrialmente são obrigatórios terem em sua carcaça as informações dele, sendo elas as principais como tensão, corrente, torque, rotações por minuto, fator de potência, como se vê na Figura 12.

2.7 RELÉ TÉRMICO

Os circuitos elétricos e motores de indução trifásicos possuem uma corrente nominal onde através dela é visto se o circuito ou motor está trabalhando nas condições no qual o mesmo foi projeto, quando essa corrente é excedida quer dizer há alguma anomalia, desta forma podendo ocasionar em problemas nos próprios circuitos, motores ou ainda seus periféricos como cabos ou fusíveis. Para a proteção deles são utilizados relés térmicos, ou relé bimetalico de sobrecarga, que é um dispositivo que atua na proteção de sobrecargas no circuito,

havendo uma corrente excessiva da estipulada, ele bloqueia a passagem de corrente protegendo contra anomalias providas desse aumento de corrente.

Conforme Figura 13, relé térmico é construído com a função de proteger um circuito de potência contra sobrecarga, falta de tensão ou falta de fase. Também podem ser usados para identificar defeitos, disparar alarmes, sinalizações ou abrir disjuntores.

Figura 13 – Relé Térmico



Fonte: MF RURAL (2020).

Em indústrias o relé térmico é utilizado na proteção dos motores trifásicos, sendo eles o principal dispositivo responsável pelo monitoramento do correto funcionamento dos mesmos, assim em caso de qualquer problema nos motores, sendo eles sobrecorrente, falta de fase ou eixo trancado, o relé irá abrir o circuito evitando problemas nas instalações, como derretimento da isolação dos condutores, curto-circuito ou queima dos motores.

Segundo ATHOS ELETRONICS (2020), “O dispositivo funciona a partir da dilatação de duas lâminas com diferentes coeficientes de dilatação. Quando ocorre uma sobrecarga, as lâminas se aquecem e dilatam, desarmando o circuito em que ele está conectado.”

Porém, mesmo em sistemas com relés térmicos instalados para a proteção de um circuito ou motor, ainda é necessário por precaução a instalação de relés de falta de fase, pois ele atua em um curto espaço de tempo.

Segundo ATHOS ELETRONICS (2020):

“A grande vantagem do relé térmico, é que a partir do momento que ele é desarmando, ele só poderá ser acionado manualmente, para que o circuito seja ligado

novamente. Portanto, o relé térmico é um ótimo dispositivo de proteção e segurança para instalações elétricas.

O componente possui diversos botões e contatos para ser ligado nas instalações elétricas. Assim, seus contatos são os seguintes:

Três Contatos principais, que recebem as fases, para alimentação da carga de um circuito – A entrada de alimentação é identificada como L1, L2, L3 ou 1, 3 e 5. A saída é identificada por T1, T2 ou T3 ou 2, 4 e 6;

- Um contato auxiliar normalmente fechado – Nomeado como 95-96;
- Um contato auxiliar normalmente aberto – Nomeado como 97-98;
- Terminal A2, para ser conectado a bobina de um contator, quando queremos acoplar o relé térmico a um contator.
- Já os principais botões do relé térmico são:
- Disco Seletor – Botão giratório para regular a corrente nominal da carga – Ele possui uma fenda, portanto utilize uma chave de fenda ou philips para fazer o ajuste;
- O Botão Vermelho de teste que inverte os contatos auxiliares 95,96 se pressionado;
- Um Botão Verde – Indicativo de falha – Se ele estiver levantado, indica uma falha no sistema;
- Botão Azul H ou A – Para ajustar se queremos rearme automático ou manual, e botão RESET para rearmar o relé.

Classes do relé térmico

Eles são divididos por classes de disparo. Dessa forma, eles se diferenciam pelo tempo que o relé vai permitir uma sobre corrente, para se adaptar a motores que possuem altas correntes de partida.

- A Classe 10 serve para motores com partidas de até 10 segundos;
- Já a Classe 20 será usada em motores com partidas de até 20 segundos;
- Por fim, a Classe 30 em partidas de até 30 segundos.”

Um relé térmico muitas vezes faz parte de um conjunto que chamamos de partida direta, onde é usado um contator de potência para o chaveamento do circuito através da aplicação de tensão em sua bobina e um relé térmico para a proteção do circuito, para eventuais problemas no mesmo. Ainda é comum se usar esses relés para a proteção individual de motores em partidas sequências de motores controladas apenas por uma *soft starter*, desta maneira a *soft starter* parte o motor e chaveia o motor já em funcionamento para o contator com relé térmico, assim sucessivamente para diversos motores. Como o relé é usado para a proteção de motores ele sustenta um pico de corrente nas partidas deles, logo que os motores podem atingir até dez vezes a sua corrente nominal no início de seu funcionamento.

Os relés de sobrecarga utilizados na planta foram dimensionados respeitando o F.S. (fator de serviço) de cada motor, sendo visto que motores com F.S. < 1,15 o relé foi dimensionado com 1,15 x corrente nominal do motor, já motores que com F.S. > 1,15 foi dimensionado com 1,25 x corrente nominal do motor.

Por exemplo nos motores de indução trifásico aplicados na planta com potência de 5 CV, corrente nominal de 4,86 A em tensão de aplicação em 380 V, com um F.S. de 1,15, o relé de sobrecarga escolhido foi com faixa de ajuste de 4 – 6 A, regulado próximo a 5,6.

2.8 CONTADORES DE POTÊNCIA

O contator é um dispositivo eletromecânico, que é usado para controlar cargas em um circuito de potência a partir de um circuito de comando. Os contadores são os dispositivos de manobra mais utilizados em aplicações industriais e prediais. Contadores permitem, por exemplo, realizar partida direta em motores trifásicos, e permitem ser arranjados de para constituir uma partida indireta. Apesar de amplamente utilizado para o acionamento de motores elétricos, o contator pode ser usado em diversas outras aplicações. Portanto, o objetivo desse artigo é mostrar o que são os contadores, como funcionam, quais suas aplicações e os tipos de contator.

Os contadores, segundo Figura 14, tem seus contatos acionados com a aplicação de uma tensão na sua bobina, podendo ser em diversas tensões, sendo escolhida normalmente no mesmo nível de tensão do comando do painel onde é aplicado o mesmo, seus contatos podem ser normalmente aberto ou normalmente fechado, sendo mais utilizado em contadores de potência três contatos abertos e isolados para comandos de potência e um aberto para comando de sinalização de funcionamento ou para acionamentos de dispositivos auxiliares, tendo como opcional o uso de blocos auxiliares de contatos.

Figura 14 – Contator de Potência



Fonte: WEG (2020).

Segundo ATHOS ELETRONICS (2020):

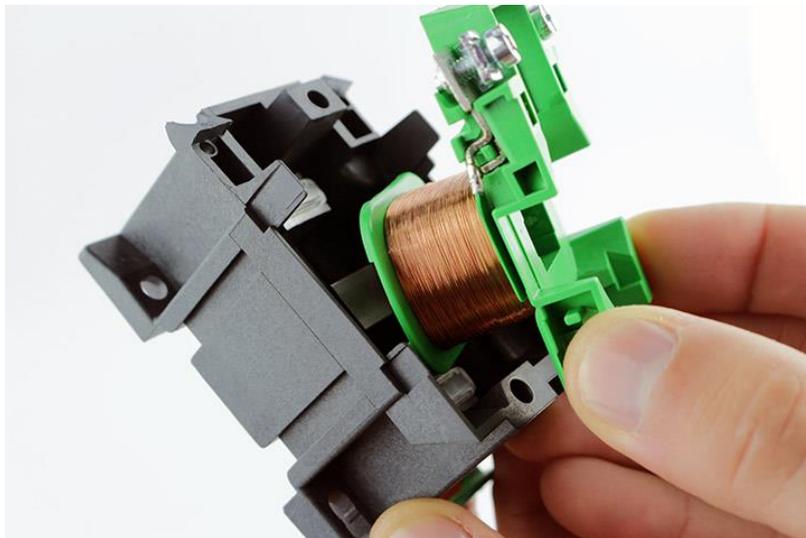
“O componente possui ampla aplicação em comandos elétricos, sendo muito utilizado na partida de motores e carga trifásicas de potência e em sistemas de proteção. O dispositivo é composto por uma bobina enrolada em torno de um núcleo, contatos e os terminais que receberão os fios. A partir do acionamento da bobina, ela gera um campo eletromagnética que atrai os contatos, que alternam sua posição. Dessa forma, existem os mais diversos tipos de contadores disponíveis no mercado, para as mais diversas cargas e aplicações. Suas correntes de trabalho, bem como as tensões, variam conforme modelos e fabricantes.”

2.8.1 Partes Internas

Os componentes internos dos contadores de potência são:

- Contatos – são lâminas de metal que tem a função de conduzir energia elétrica de um ponto a outro;
- Bobina – seu funcionamento é basicamente um eletroímã, sua função é tirar seus contatos da posição de repouso
- Núcleo – serve como núcleo para bobina. Parte dele se movimenta juntamente com os contatos quando acionado.

Figura 15 – Relé Térmico Internamente



Fonte: SALA DA ELÉTRICA (2020).

Na Figura 15 mostra um contator de potência aberto. Pode alterar sua estrutura interna dependendo do fabricante e dependendo da sua aplicação.

2.8.2 Dimensionamento

O dimensionamento de contadores é de maneira bem simplificada, primeiramente é visto a corrente do circuito ou motor que o contator irá fazer o chaveamento, após isso é multiplicado a corrente do sistema por 1,15 e o resultado será a corrente nominal do contator, já os contatos auxiliares é escolhido conforme a necessidade de sua aplicação sendo esses normalmente aberto ou fechados ou ainda comutadores, um terminal comum e um normalmente aberto e outro normalmente fechado. A tensão de sua bobina é escolhida a partir da tensão do

sistema onde esse contator será aplicado, assim mantendo-se um padrão para facilitar a instalação e a manutenções futuramente.

2.9 DISJUNTOR MOTOR

O disjuntor motor é um dispositivo que engloba várias funções de outros dispositivos, sendo eles, fusíveis, relés de sobrecarga e até contadores. Sua aplicação normalmente é utilizada para economizar espaços em um painel elétrico e observado ainda que o uso de apenas um dispositivo em vez de vários, diminui o risco de se perder um sistema e ainda facilitar em futuras manutenções.

O Disjuntor Motor, conforme Figura 16, é um dispositivo de proteção e manobra de motores elétricos, proporcionando proteção contra curto-circuito, sobrecorrente e falta de fase com uma atuação extremamente rápida, na casa dos milissegundos. Assim, esse é um componente que proporciona uma grande proteção e poder de manobra à motores elétricos, já que possui uma chave para manobra do motor elétrico.

Figura 16 – Disjuntor de Motor



Fonte: WEG (2020).

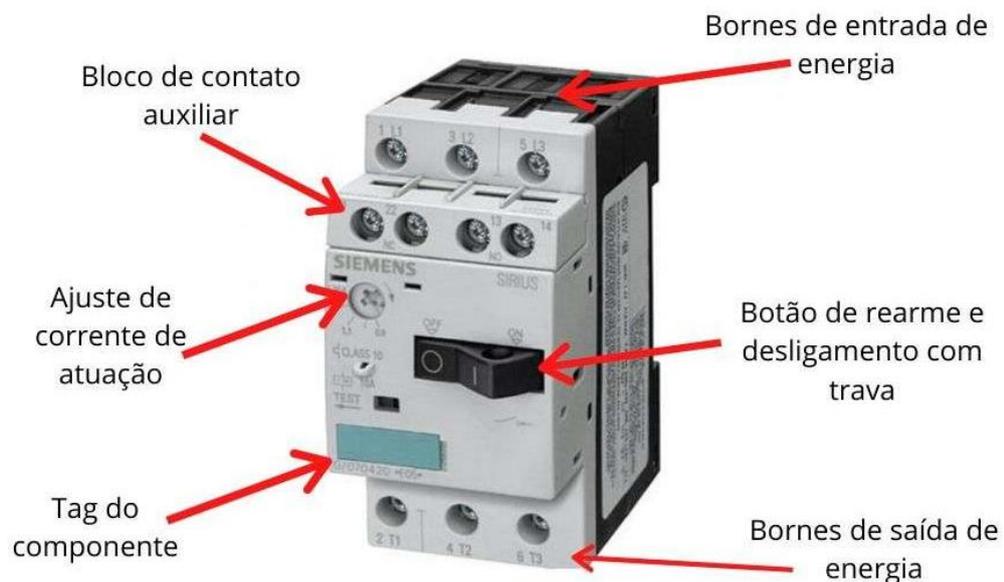
Segundo SAFETY CONTROL (2020):

“Outra grande funcionalidade desse dispositivo é a sua capacidade de lidar com a corrente de partida de um motor elétrico. Ao dar partida em um motor, há um grande pico de corrente para tirar o motor do estado de repouso e colocá-lo em movimento,

já que isso demanda muita energia. Um disjuntor comum, não é capaz de trabalhar com esse pico de corrente, que danifica os seus componentes internos. Já o disjuntor motor, possui uma câmara de extinção para o arco elétrico formado no contato no momento da partida do motor. Portanto, o componente é capaz de realizar a partida em motores elétricos sem danificar os seus contatos internos.

O efeito de proteção contra curto-circuito do disjuntor motor é semelhante a qualquer outro disjuntor comum. Portanto, existe uma bobina em seu interior que, quando a corrente passa de um determinado valor, o campo eletromagnético gerado pela bobina desloca os terminais do componente, impedindo a condução. Dessa forma, o dispositivo é capaz de evitar curtos-circuitos.”

Figura 17 – Principais Elementos do Disjuntor de Motor



Fonte: SILVA ELETRONICS (2020).

Na Figura 17 é indicado os principais elementos que um disjuntor de motor possui como:

- **Borne de Entrada de Energia:** como o próprio nome já diz, onde fica a admissão de energia;
- **Bloco de Contato Auxiliar:** caso seja necessária uma entrada de energia auxiliar, se usa este contato;
- **Ajuste de Corrente de Atuação:** conforme a curva do disjuntor que o fabricante informa, se ajusta esta chave conforme utilização;
- **Botão de Rearme e Desligamento com Trava:** botão de acionamento ou desligamento do contato;
- **Tag do Componente:** informa qual o fabricante e o modelo do dispositivo para, se preciso, pesquisar suas características;

- **Bornes de Saída:** conecta os cabos onde estão ligados a carga, neste caso, o motor.

Segundo SATEFY CONTROL (2020):

“Outra grande funcionalidade desse dispositivo é a sua capacidade de lidar com a corrente de partida de um motor elétrico. Ao dar partida em um motor, há um grande pico de corrente para tirar o motor do estado de repouso e colocá-lo em movimento, já que isso demanda muita energia. Um disjuntor comum, não é capaz de trabalhar com esse pico de corrente, que danifica os seus componentes internos. Já o disjuntor motor, possui uma câmara de extinção para o arco elétrico formado no contato no momento da partida do motor. Portanto, o componente é capaz de realizar a partida em motores elétricos sem danificar os seus contatos internos.

Para evitar sobrecargas, o componente possui lâminas de contato que se dilatam com o calor. Assim, quando há uma sobrecorrente, o calor gerado pela passagem de corrente faz com que os contatos se dilatam até deslocarem-se da posição de contato, abrindo o circuito e portanto, impedindo a passagem de corrente elétrica.

O disjuntor motor normalmente possui 3 terminais de cada lado, para receber as fases que vão alimentar o motor elétrico trifásico. Ao utilizar esse dispositivo, é primordial realizar um ajuste para a corrente nominal e corrente de partida do motor em que ele será ligado, para que o componente atue corretamente. Portanto, esse dispositivo deve ser bem dimensionado para funcionar adequadamente.

Portanto, ao instalar um disjuntor motor, você deve ajustar ele ao valor nominal do motor. O disjuntor deixa a corrente passar sem interromper no período de partida do motor, onde são necessárias correntes maiores.”

Nos painéis de comando e potência do parque fabril, foram instalados diversos disjuntor de motor, já que ele é recomendado para a proteção de inversores de frequência. O modelo dos disjuntores motor é 3RV20 da marca SIEMENS por terem sido recomendados pela marca para a proteção dos inversores de frequência aplicados e seguindo seus manuais de uso, onde é descrito qual modelo a ser aplicado para cada tipo e corrente de inversor de frequência. Para a proteção dos inversores foi dada preferência ao uso desses disjuntores por ser um ambiente onde há muito pó, o qual o painel é feito limpezas semanais para o melhor funcionamento e prolongamento da vida útil dos equipamentos. O uso de fusíveis para esse tipo de aplicação também seria sucinto, porém por trabalhar nessas condições desfavoráveis, o disjuntor motor seria melhor aplicado, já que ele suporta mais manobras mecânicas, as quais são necessárias para efetuação da limpeza dos equipamentos.

O disjuntor de motor é aplicado anteriormente a um inversor de frequência, para evitar eventuais curtos na entrada do inversor provindo de outras instalações, e ainda em sobrecorrentes na alimentação dele.

Já no disjuntor motor pode ser aplicado antes ou após ela, sendo que dependendo da quantidade de motores que a *soft starter* irá partir é escolhido, assim na partida de apenas um motor o disjuntor motor é aplicado antes da *soft starter* para a proteção na entrada dela. Porém quando utilizada para a partida de vários motores em sequência, utilizasse diversos disjuntores motor, desta maneira é aplicado um antes a *soft starter* para a proteção da mesma e

outros posteriores a *soft starter* para a proteção dos motores separadamente, já que apenas poderia ocasionar falha no sistema e danificar circuitos ou motores, visto que quando um motor falhasse o mesmo poderia traduzir isso apenas como uma carga maior aplicada ao conjunto de motores e não uma falha no motor.

2.10 CHAVE DE PARTIDA DIRETA

Segundo BHS Eletrônica (2020), a chave de partida direta, conforme Figura 18, nada mais é que um dispositivo responsável por fornecer condições ao motor, para que ele ligue com condições de tensão nominal de serviço. Essa partida é feita de forma simples e segura através de contatores sendo supervisionados por dispositivos de proteção.

Figura 18 – Chave de Partida Direta



Fonte: LOJA DO MECANICO (2020).

As chaves de partida direta, como o próprio nome já diz, tem a função de dar partida no motor, seu mecanismo funciona através de dispositivos elétricos que dependendo de cada modelo podem ter contatores de potência, relé termomagnético de proteção, disjuntores e fusíveis. As chaves de partida direta estão limitadas a motores de menor potência, esses motores podem ter no máximo entre 7,5 CV e 10 CV dependendo de cada fabricante.

2.11 DISJUNTOR

Segundo ELETRO MOTORES TREVO (2020):

“Um disjuntor é um dispositivo eletromecânico, que funciona como um interruptor automático, destinado a proteger uma determinada instalação elétrica contra possíveis danos causados por curto-circuito e sobrecargas elétricas. A sua função básica é a de detectar picos de corrente que ultrapassem o adequado para o circuito, interrompendo-a imediatamente antes que os seus efeitos térmicos e mecânicos possam causar danos à instalação elétrica protegida.”

Ou seja, é um equipamento responsável por detectar picos de corrente e desligar assim que houver qualquer anormalidade no circuito a ser utilizado.

Figura 19 – Disjuntor 5SP SIEMENS



Fonte: SMARTEC (2020).

Na Figura 19 indica o disjuntor 5SP SIEMENS a ser utilizado na automatização da empresa PROTEC.

2.11.1 Tipos de Disjuntores

A seguir, alguns dos principais disjuntores e seus princípios de funcionamento, disjuntor térmico, magnético e termomagnético.

2.11.1.1 Disjuntor Térmico

Como o próprio nome já diz, é um disjuntor térmico que ao atingir uma certa temperatura, que por efeito joule, deforma uma lâmina bimetálica atingindo assim um contato fazendo com que se abra em caso de aquecimento.

2.11.1.2 Disjuntor Magnético

Segundo SALA DA ELÉTRICA (2020):

“O disjuntor magnético funciona baseado no eletromagnetismo. Uma variação de corrente elétrica que atravessa as espiras de uma bobina, assim, gera o campo magnético nesta mesma bobina, que faz com que a chapa metálica do contato seja atraída, fazendo assim com que o contato abra, ocorrendo então a proteção da fonte e do circuito elétrico sequente.”

A proteção do disjuntor magnético é atuada através das bobinas elétricas que quando a chapa metálica é atraída, fazendo com que o contato seja acionado.

2.11.1.3 Disjuntor Termomagnético

Os disjuntores termomagnéticos nada mais são que a junção do disjuntor térmico e o disjuntor magnético. Sua proteção é acionada tanto por lâmina bimetálicas (térmico) tanto por bobinas elétricas (magnético). Muito utilizados em circuitos residenciais e comerciais.

2.11.2 Disjuntores 5SP Siemens

O modelo dos disjuntores usados na automação do parque fabril são do modelo 5SP da marca SIEMENS, foi utilizado esse modelo especificamente por sua curva ser do tipo C, onde sua curva característica de atuação instantânea é de 5 a 10 vezes sua corrente nominal e sua capacidade de interrupção de curto-circuito ser alta em relação a disjuntores convencionais no mercado, chegando a 15 kA na tensão de aplicação em 380 VCA. Já em relação a marca do dispositivo foi mantida a marca referência SIEMENS para todo o painel de automação, onde em toda sua maioria foram utilizados equipamentos dessa marca, respeitando exceções nas quais alguns periféricos a mesma marca não trabalha com tais equipamentos.

Figura 20 – Dados Técnicos Disjuntores

Dados Técnicos						
Norma		5SY4	5SY5	5SY7	5SY8	5SP4
		NBR NM 60898 NBR IEC 60947-2	IEC 60898 IEC 60947-2	NBR NM 60898 NBR IEC 60947-2	NBR IEC 60947-2	NBR NM 60898 NBR IEC 60947-2
Tensão de operação						
• Mín.	CA/CC	24 VCA/CC	24 VCA/CC	24 VCA/CC	24 VCA/CC	24 VCA/CC
• Máx.	CA	250/440 VCA	250/440 VCA	250/440 VCA	250/440 VCA	250/440 VCA
• Máx.	CC	60 VCC (mono) 125 VCC (bi)	220 VCC (mono) 440 VCC (bi) 880 VCC (tetra)*	60 VCC (mono) 125 VCC (bi)	60 VCC (mono) 125 VCC (bi)	60 VCC (mono) 125 VCC (bi)
Capacidade de interrupção						
NBR NM 60898-1	220 / 127 VCA	25 kA ≤ 32 A 20 kA > 32 A	10 kA	25 kA	–	20 kA
	380 / 220 VCA	10 kA	10 kA	15 kA	–	10 kA
NBR IEC 60947-2	220 / 127 VCA	30 kA ≤ 32 A 20 kA > 32 A	25 kA ≤ 32 A 20 kA > 32 A	50 kA ≤ 6 A 35 kA ≤ 32 A 25 kA ≤ 63 A	60 kA ≤ 6 A 45 kA ≤ 32 A 30 kA ≤ 63 A	25 kA
	380 / 220 VCA	35 kA ≤ 6 A 20 kA ≤ 32 A 15 kA ≤ 63 A	15 kA ≤ 32 A 10 kA > 32 A	40 kA ≤ 6 A 25 kA ≤ 32 A 20 kA ≤ 63 A	50 kA ≤ 6 A 30 kA ≤ 32 A 25 kA ≤ 63 A	10kA - Curva D 15kA - Curva C
	440 / 250 VCA	15 kA ≤ 32 A 10 kA > 32 A	15 kA ≤ 32 A 10 kA > 32 A	35 kA ≤ 6 A 15 kA ≤ 32 A 10 kA ≤ 63 A	40 kA ≤ 6 A 20 kA ≤ 32 A 15 kA ≤ 63 A	7,5kA - Curva D 10kA - Curva C
Relação L / R = 4ms	24 VCC 60 VCC 125 VCC 220 VCC 440 VCC 880/1000 VCC	20 kA - mono 15 kA - mono 15 kA - bi – – –	30 kA - mono 25 kA - mono 25 kA - bi 15 kA - mono 15 kA - bi 10 kA	60 kA - mono 40 kA - mono 40 kA - bi – – –	60 kA - mono 40 kA - mono 40 kA - bi – – –	20 kA - mono 15 kA - mono 15 kA - bi – – –
Seção máxima dos condutores						
Fios e cabos	terminal superior terminal inferior	0,75 ... 35 mm ² 0,75 ... 35 mm ²				0,75 ... 50 mm ² 0,75 ... 50 mm ²
Cabo flexível com terminal	terminal superior terminal inferior	0,75 ... 25 mm ² 0,75 ... 25 mm ²				0,75 ... 35 mm ² 0,75 ... 35 mm ²
Terminais						
Torque de aperto	NBR NM 60898	2.5 ... 3 Nm				
Vida útil com cargas		20.000 atuações				

*880 VCC em 4 polos não é uma tensão padronizada de acordo com a NBR NM 60898-1.
Adequado para no máximo 1000 VCC, se os quatro polos estiverem ligados em série.

Fonte: SIEMENS (2020).

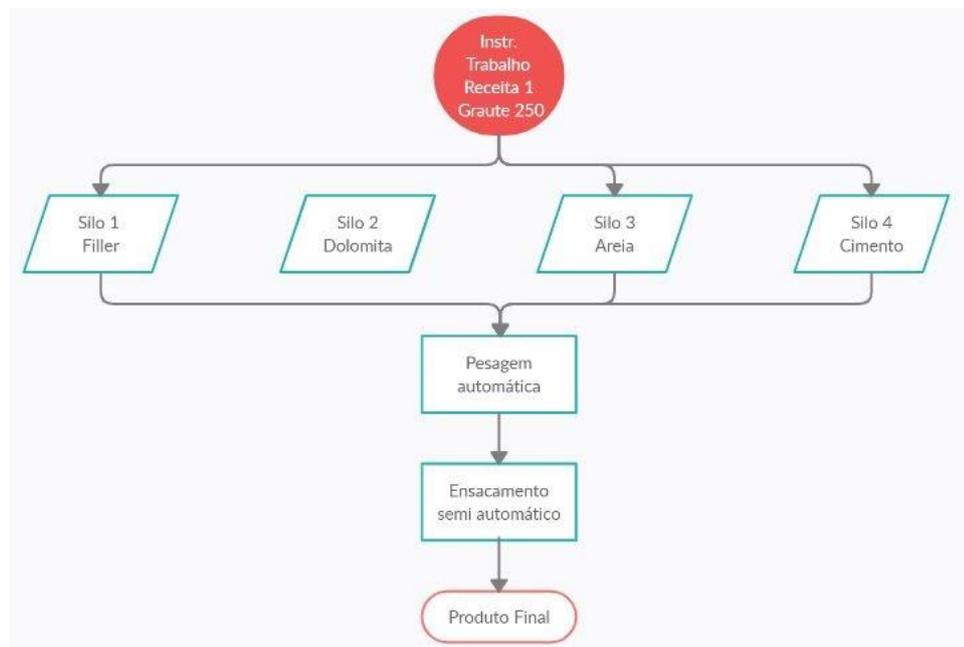
Os disjuntores foram dimensionados conforme as correntes nominais de cada motor e respeitando a bitola dos cabos utilizados na ligação dos motores, para os devidos cálculos foram utilizados a tensão de aplicação 380 V e quedas de tensão menores de 4%. Abaixo temos a Figura 20 que explica como é feita o cálculo de corrente nominal de motores trifásicos de indução. A partir da corrente nominal é escolhido um disjuntor que seja maior que a corrente nominal e menor que a corrente suportada pelo cabo de ligação do circuito.

3 RESULTADOS

Após anos de produzindo argamassas e rejuntas de forma manual, usando maquinários antigos e suscetíveis a erros humanos, devido as tarefas dependerem efetivamente da ação e reação de colaboradores, a empresa PROTEC fez um investimento em automação do seu processo de produção, no qual a empresa contratada para a implantação do mesmo propôs uma planta com sistemas automatizado e semiautomáticos.

Esse projeto de automação do parque fabril da empresa PROTEC baseia se em um CLP centralizado na estrutura, o qual recebe as informações de entradas digitais e analógicas, podendo elas serem da balança e solenoides, e distribui comandos nas saídas digitais, por exemplo como comando partidas e paradas de motores e abertura e fechamento de compartimentos.

Figura 21 – Fluxograma do Processo Automatizado



Fonte: Dos Autores (2020).

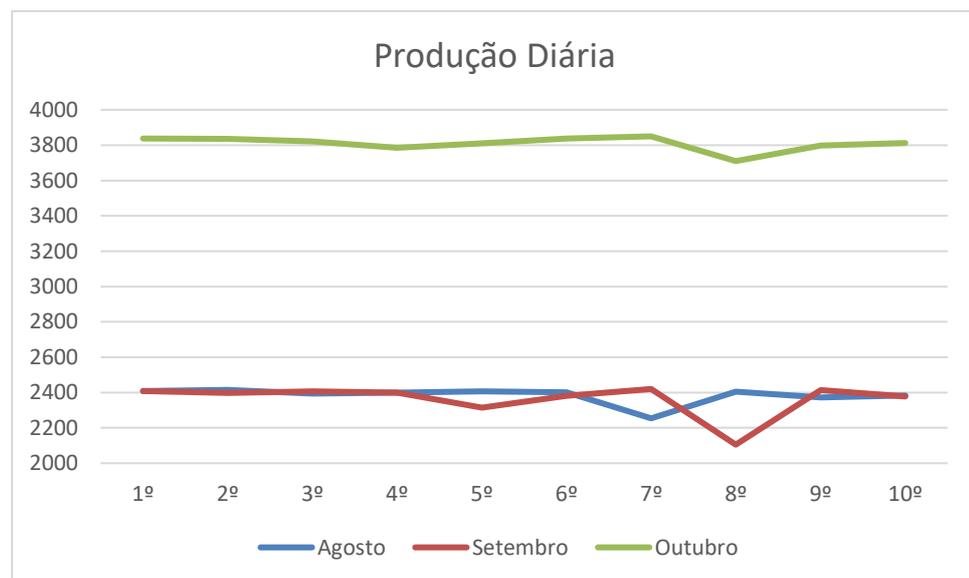
O novo processo, conforme Figura 21, de produção de argamassas e rejuntas inicia-se todas as manhãs com o abastecimento de materiais nos seus devidos silos com o auxílio de uma talha para o transporte de bags, nos quais o silo 1 é *Filler*, o silo 2 com Dolomita, o silo 3 com areia e o silo 4 com cimento. O cimento é despejado no silo de maneira natural, ou seja, com granulações ainda visíveis.

Após todos os silos abastecidos, é escolhida a receita a ser produzida no CLP, no qual ele verifica se a balança está vazia. Se não estiver, abre-se o compartimento e libera o

material, se sim, inicia-se o abastecimento da balança com os materiais usados na produção da receita escolhida provindo dos silos, sendo que o silo 4 do cimento possui uma peneira entre o silo e a rosca transportadora a qual é acionada no momento em que a rosca é ligada, assim peneirando o cimento para que a mistura fique sem granulações.

Consecutivamente a pesagem dos materiais, é a vez do processo de ensacamento do produto, no qual é utilizado duas ensacadoras do tipo com roscas helicoidais infinitas, as mesmas são equipadas com duas balanças independentes e com precisão de aproximadamente 250 g na proporção de 25 kg, o que nos dá um erro de 10%. O processo de ensacamento começado a partir de um botão de pulso e finalizado quando o peso atinge o valor esperado, a tarefa do colaborador é pôr o saco da embalagem no bico no início e retirar o mesmo no final do processo. Para a verificação exata do peso do produto é usado uma terceira balança, assim é pesada a primeira saca e cada 20 sacas é pesada mais uma para que a constatação do peso seja perfeita e fique somando erros até a expedição do produto.

Gráfico 1 – Produção Diária



Fonte: Dos Autores (2020).

Para fazer a verificação se realmente tenha valido a pena automatização da empresa, ela nos informou a produção dos 10 (dez) primeiros dias úteis dos últimos 3 meses, informando quantas sacas de 20 kg foram enchidas. Para constatação a média dos 2 meses anteriores foi de 5 sacas por minuto quando era feita de forma manual. Já com a automatização o processo foi para aproximadamente 8 sacas por minuto, aumentando a produção em da empresa em 60%

aproximadamente. Para melhor observação no Gráfico 1 mostra a produção do período comentado.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste projeto foi definido para que o processo de fabricação de argamassa, da empresa PROTEC sediada em Gaspar – SC, ganhe agilidade em sua composição fazendo com que todas as matérias primas de sua mistura sejam minuciosamente dosadas, não havendo assim erros humanos prejudicando todo o material que foi processado.

Para essa automatização foi necessário conhecer como era o processo de fabricação para que seja observado onde possa ser feita as melhorias e algumas alterações para agilizar processos de envase das várias receitas que a empresa possui.

Com o processo todo automático a indústria PROTEC conseguiu ensacar a média de 8 sacas por minuto, anteriormente este número era de apenas 5, assim aumentando a produção em 62%.

REFERÊNCIAS

ATHOS ELETRONICS (Brasil) (ed.). **Inversor de frequência – O que é e como funciona.** 2016. Disponível em: <https://athoselectronics.com/inversor-de-frequencia/>. Acesso em: 22 jul. 2020.

ATHOS ELETRONICS (Brasil) (ed.). **Relé Térmico – O que é e como funciona.** 2016. Disponível em: <https://athoselectronics.com/rele-termico-comandos-eletricos/>. Acesso em: 22 jul. 2020.

BHS Eletrônica (Brasil) (ed.). **Chave de Partida Direta.** 2016. Disponível em: <https://www.bhseletronica.com.br/chave-de-partida-direta.php> Acesso em: 22 jul. 2020.

CHAPMAN, Stephen J. **Fundamentos de Máquinas Elétricas**, ano 2013, edição 5;

LOJA DO MECANICO (Brasil) (ed.). **Chave de Partida Direta Sem Fusível 1CV Trifásico - WEG-10045774.** Disponível em: <https://www.lojadomecanico.com.br/produto/127356/21/380/chave-de-partida-direta-sem-fusivel-1cv-220v-trifasico-weg-10045774->. Acesso em: 22 jul. 2020.

MÁQUINAS ELETRICA I (Brasil) (ed.). **Máquinas Elétrica I.** 2020. Disponível em: <http://maquinaseletricasi.blogspot.com/2013/04/aula-32-motor-de-inducao-trifasico-com.html>. Acesso em: 22 jul. 2020.

MECÂNICA INDUSTRIAL (Brasil) (ed.). **Células de Carga.** 2020. Disponível em: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/celula-de-carga/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

MEDEIROS, Júlio Cesar de Oliveira. **Princípios de Telecomunicações**, ano 2018, edição 5;

MF RURAL (Brasil) (ed.). **Moto-redutores de 1 a 5 CV 220-380V marca WEG e SEW.** 2020. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/322443/moto-redutores-de-1-a-5-cv-220-380v-marca-weg-e-sew>. Acesso em: 29 jul. 2020.

OGATA, Katsuhiko. **Engenharia de Controle Moderno**, ano 2010, edição 5;

OMEGA (Brasil) (ed.). **Células de Carga**. 2020. Disponível em: <https://br.omega.com/prodinfo/celulas-de-carga.html>. Acesso em: 21 ago. 2020.

PETRUZELLA, Frank D. **Controladores Lógicos Programáveis**, ano 2013, edição 4;

POPPIUS, Eduardo Bertil. **Fundamentos de Eletromecânica**, ano 1969, edição 1;

Resumos para Engenheiros (Brasil) (ed.). **Dados da Placa do motor (Motores trifásico)**. Disponível em: <http://resumosparaengenheiros.blogspot.com/2017/12/dados-da-placa-do-motor-motores.html>. Acesso em: 10 nov. 2020

SADIKU, Matthew. **Fundamentos de Circuitos Elétricos**, ano 2013, edição 5;

SAFETY CONTROL. (Brasil) (ed.). **O que é Disjuntor Motor?** 2020. Disponível em: <https://blog.safetycontrol.ind.br/controlado/disjuntor-motor/>. Acesso em: 25 set. 2020.

SALA DA ELÉTRICA (Brasil) (ed.). **Contator de Potência**. 2020. Disponível em: saladaeletrica.com.br/contator-de-potencia/. Acesso em: 29 jul. 2020.

SIEMBRA (Brasil) (ed.). **CLP - Controlador Lógico Programável. Você sabe o que é?** 2020. Disponível em: <https://www.siembra.com.br/noticias/clp-controlador-logico-programavel-voce-sabe-o-que-e/>. Acesso em: 22 jul. 2020.

SIEMENS (Brasil) (ed.). **Catálogo Mini Disjuntores**. Disponível em: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:c04c0961983f505e51f3eda80887bd70ccf07db7/catalogo-minidisjuntores-jun18-baixa.pdf>. Acesso em 21 ago. 2020.

SIEMENS (Brasil) (ed.). **Dispositivos do Operador**. 2020. Disponível em: <https://new.siemens.com/br/pt/produtos/automacao/sistemas-automacao/industrial/plc/logo/dispositivos-do-operador.html>. Acesso em 21 jul. 2020.

SIEMENS (Brasil) (ed.). **O inversor perfeito para aplicações simples**. 2020. Disponível em: <https://new.siemens.com/br/pt/produtos/drives/sinamics-v20.html>. Acesso em: 20 jul. 2020.

SILVA ELETRONICS (Brasil) (ed.). **O que é um disjuntor motor? Saiba como funciona e para que serve.** 2020. Disponível em: <https://blog.silvatronics.com.br/disjuntor-motor/>. Acesso em: 20 jul. 2020

SMARTEC (Brasil) (ed.). **Disjuntores Siemens 5SP e 5SY.** 2020. Disponível em: <https://www.smartec-automacao.com.br/portfolio-item/siemens-disjuntores-5sp-5sy/>. Acesso em: 20 jul. 2020

TS AUTOMAÇÃO (Brasil) (ed.). **CLP Siemens reparos e manutenção na LGS.** 2020. Disponível em: <http://www.tsautomacao.com.br/home/clp-siemens-reparos-e-manutencao-na-lgs/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

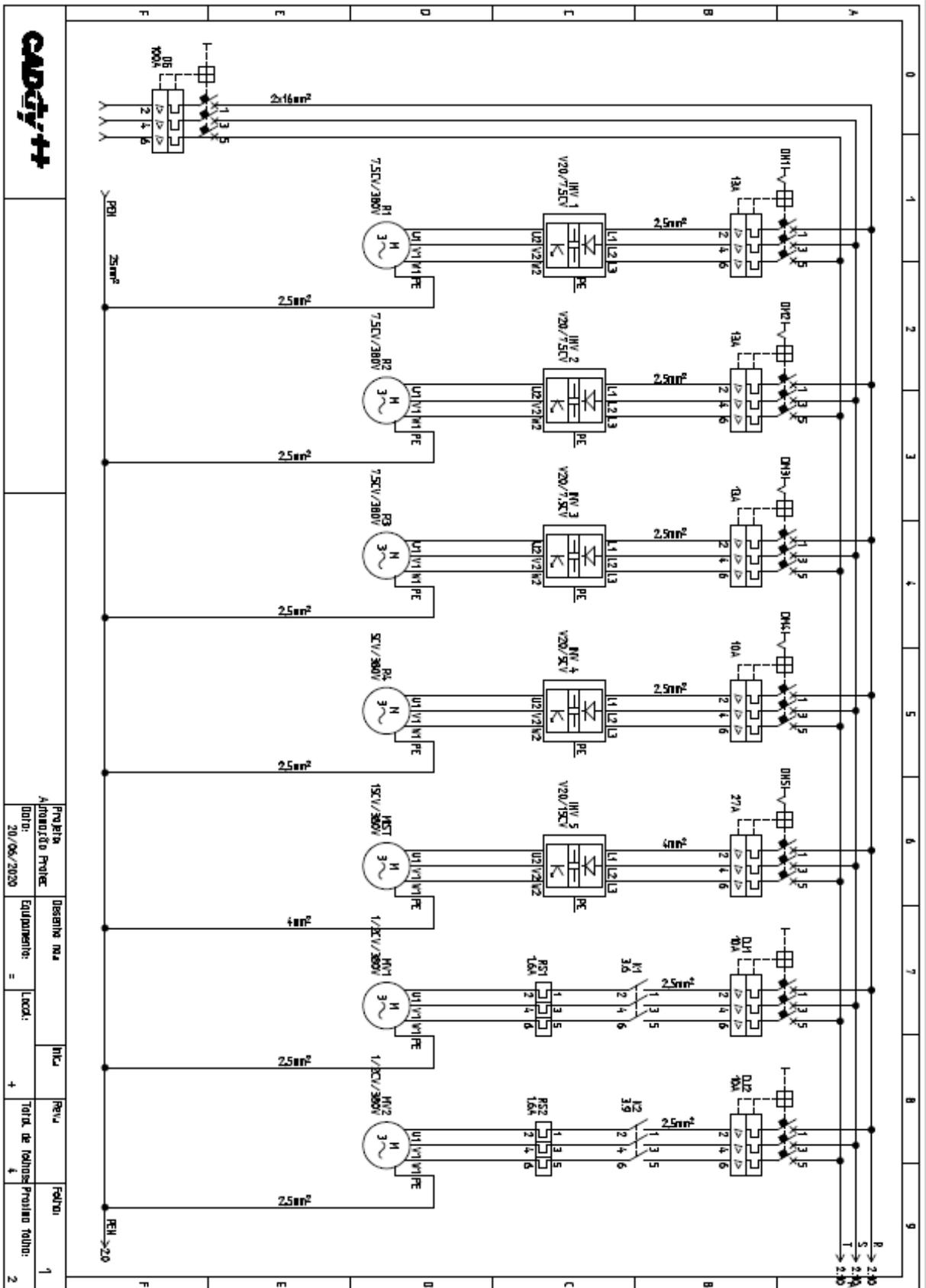
WEG (Brasil) (ed.). **Disjuntor-motor AZ MPW40t-3-U016.** 2020. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Controls/Partida-e-Prote%C3%A7%C3%A3o-de-Motores/Disjuntores-motores/Disjuntores-Motores-MPW/DISJUNTOR-MOTOR-AZ-MPW40t-3-U016/p/12428367>. Acesso em: 17 jul. 2020.

WEG (Brasil) (ed.). **Minicontator AZ CW07-10-30v25.** Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Controls/Partida-e-Prote%C3%A7%C3%A3o-de-Motores/Contatores/Pot%C3%Aancia/Minicontatores-CWC0-e-CW0/Minicontatores-CW0/MINICONTATOR-AZ-CW07-10-30V25/p/12896379>. Acesso em: 22 ago. 2020.

WEIGHTECH. (Brasil) (ed.). **WT21-Painel.** Indicador de pesagem Weigtech. 2020. Disponível em: <https://www.weightech.com.br/detalhes.asp?id=100332&n=WT21-Painel>. Acesso em: 22 jul. 2020

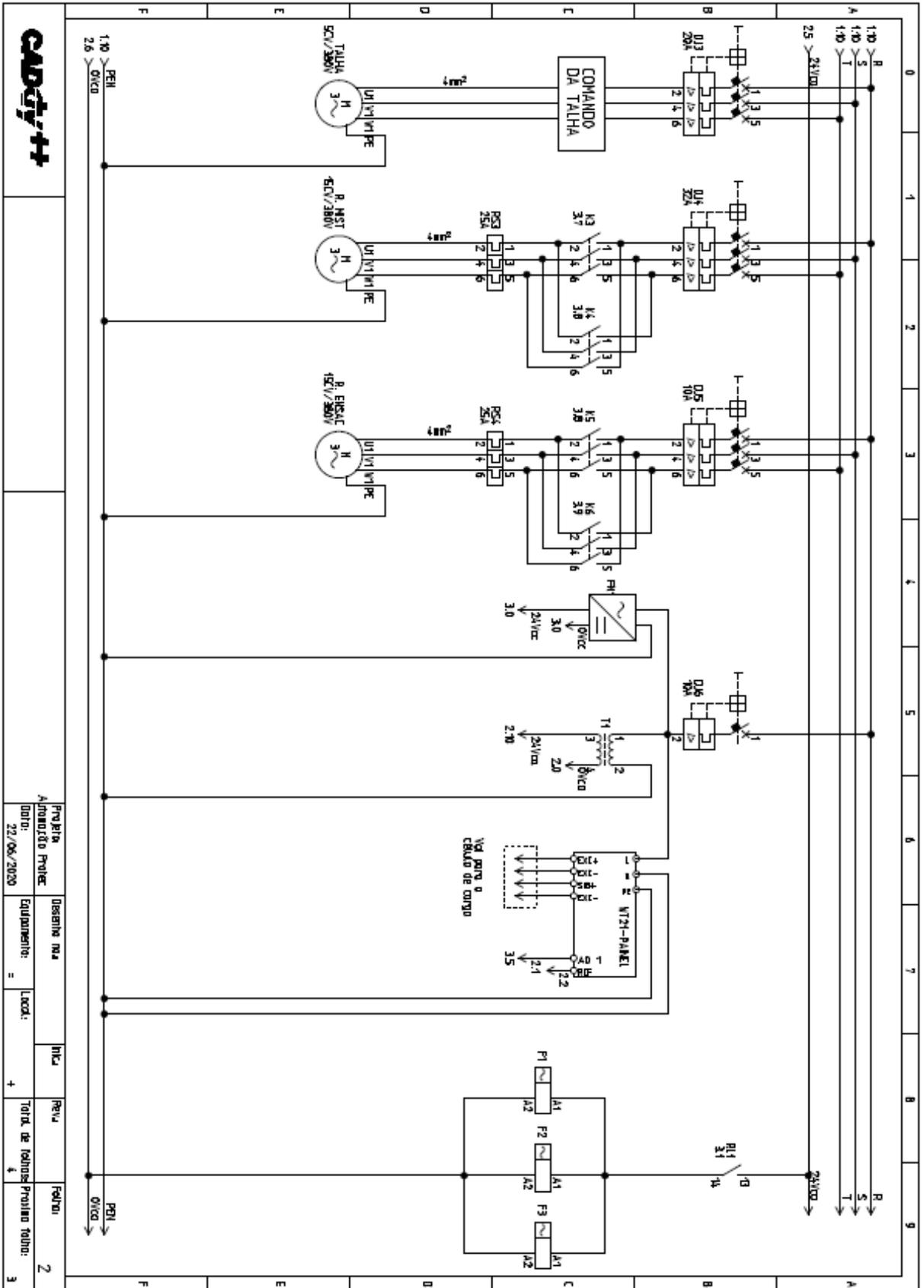
APÊNDICE

APÊNDICE A – Automação PROTEC

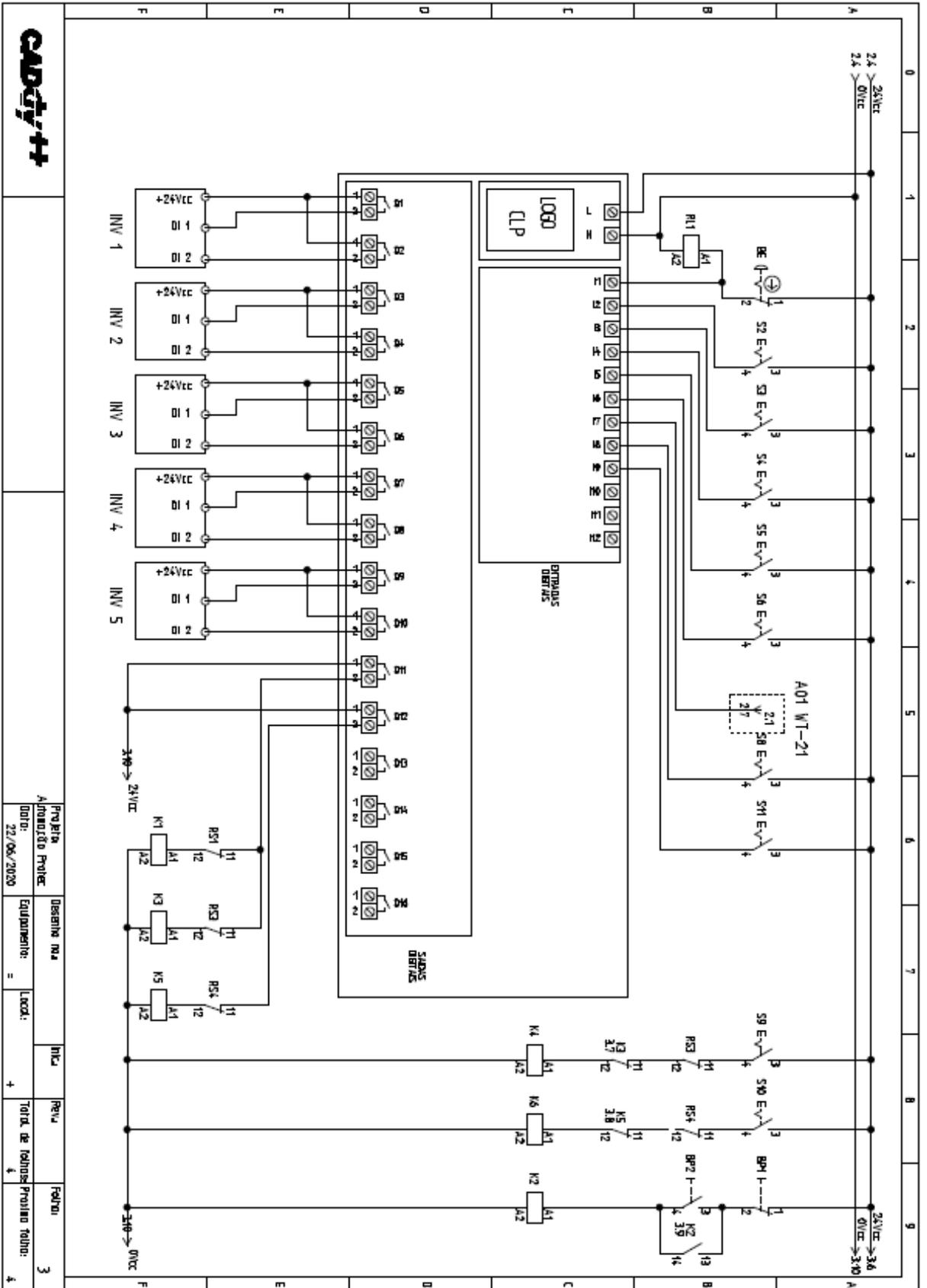


CADUTV++

Projeto	Automação Protec	Desenho na	folha	Revu	Folha
Data:	20/06/2020	Equipamento:	=	Loco:	+
Total de folhas:					4
Folhas fornecidas:					2



CADY-H		Projeto		Desenho na		MTC		Revis		Folha	
Aprovado Projeto		=		+		4		2		3	
Data:		22/06/2020		Equipamento:		=		+		4	
Linha:		=		+		4		2		3	
Total de folhas:		=		+		4		2		3	



Projeto	Desenho no	Inca	Revis	Folha
Aprovado Proje	=	+	Totl. de folhas	Provaão folha:
Data: 22/06/2020			4	3
	Equipamento:	Local:		4

SIMBOLÓGIA DO PROJETO

D6	DISJUNTOR TERMO-MAGNÉTICO TRIPOLAR CX MOLDADA
DJ	DISJUNTOR TERMO-MAGNÉTICO DM
INV	INVERSOR DE FREQUÊNCIA TRIFÁSICO V29
M	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO
K	CONTATOR DE POTÊNCIA TRIFÁSICO
RS	RELE DE SOBRECARGA TRIFÁSICO
FN	FORTE DE ALIMENTAÇÃO 220Vc/c/24Vcc
T1	TRANSFORMADOR DE COMANDO 220Vc/c/24Vcc
WT-21	INDICADOR DE PESO
F1	FILTRO DE AR 24Vcc
BE	BOTÃO DE EMERGENCIA 22mm
S	CHAVE DUAS POSIÇÕES KNOB 22mm
BP1	BOTÃO DE PULSO VERMELHO 22mm
BP2	BOTÃO DE PULSO VERDE 22mm
RL	RELE DE COMANDO SLIM 24Vcc
CLP	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL 24Vcc
OBS	CABOS NÃO IDENTIFICADOS. CONSIDERAR 1mm ²

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A										
B										
C										
D										
E										
F										

CADDT/11		Projeto Aprovado Proje	Desenho na Equipamento:	m/c	Revis	Folha	Total de folhas	Folhas Faltas