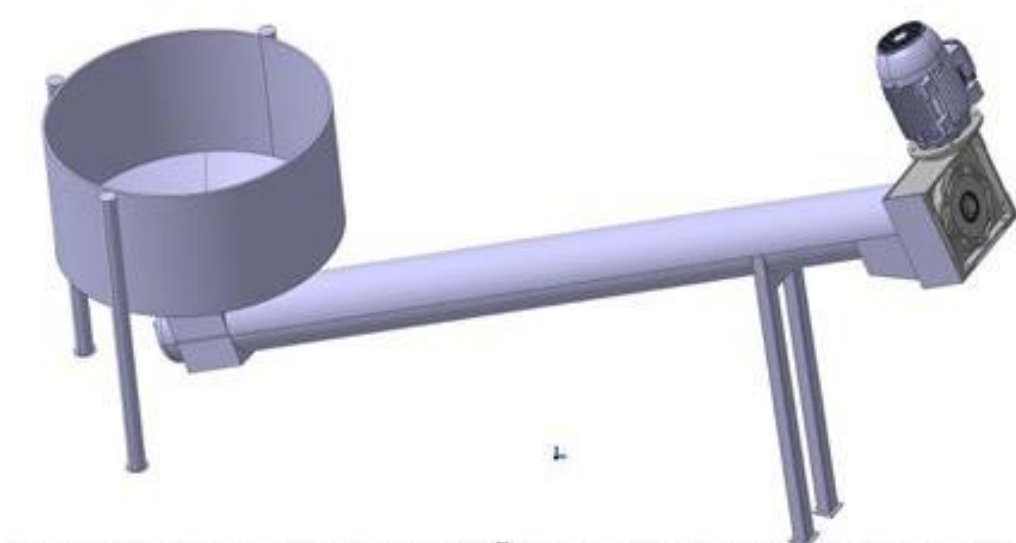




FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA – UNIFOR
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
Curso de Engenharia de Controle e Automação

**MANUAL PARA A CONTRUÇÃO DE UMA MÁQUINA PARA
TRANSPORTE DE GRANEIS SÓLIDOS, CONTROLE E MEDIÇÃO DE
LÍQUIDOS PARA POSTERIOR MISTURA**



ALUNO: Rodrigo Moura de Aguiar
PROFESSOR: Afonso Henriques
DISCIPLINA: Sistemas Autônomos

Sumário

1 – INTRODUÇÃO	3
2 – CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS	3
2.1 – TRANSPORTADORES HELICOIDAIS.....	3
2.2 - CATIA V5.....	7
2.3 - CLP.....	8
3 - O DESENVOLVIMENTO	9
7. CRONOGRAMA.....	14
REFERÊNCIAS	15

1 – INTRODUÇÃO

Atualmente o processo de preparação de massas como as do pastel, pão, pão de queijo entre outras deriva da mistura do trigo com ingredientes como óleo, fermento, leite, trigo, antimifo que dependem e variam de cada fabricante, mas em geral o processo de mistura é automático e é realizado por uma máquina chamada de masseira que fica a uma altura média de carregamento de 1 metro do chão, o que leva o operador da máquina a carregar e levantar o saco do trigo de 50kg a essa altura.

Diante dessa dificuldade e mais especificamente no processo de preparo da massas o protótipo que aqui será apresentada terá seu fundamento embasado nas boas práticas de confeitaria e padaria e tentara solucionar e dar mais uma opção de automação de processos no que se refere ao transporte de material granulado fino para potencial mistura, diminuindo a altura de carregamento das máquinas de mistura de massas diminuindo os esforços físicos do operário, e consequentemente diminuir o tempo de produção do produto, aumentando a segurança e a confiabilidade da mistura excluindo a possibilidade de erro humano por medição.

O transporte de graneis sólidos ocorre através de helicoides e é controlada por elementos eletrônicos como o CLP e sensores. o objetivo é controlar a quantidade do pó que será transportado através de uma rosca transportadora e a dosagem de um líquido, através de válvulas de controle com posicionador

Aqui será apresentado como se constrói, com base em quais dados e onde obtê-los.

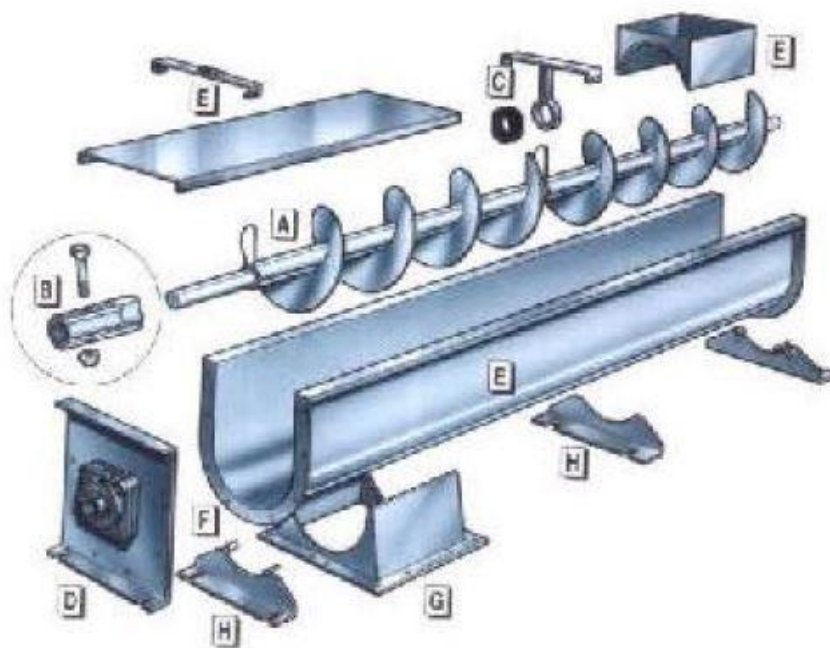
2 – CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS

Neste capítulo será apresentado todos os elementos necessários para a construção do protótipo.

2.1 – TRANSPORTADORES HELICOIDAIS

Transportador helicoidal são equipamentos simples e vastamente utilizado na área industrial para transporte de granulados e farelos para pequenas distâncias de alcance máximo de 40 m, seu construtivo consiste de um helicóide com movimento rotativo e de um condutor tubo ou calha de modo estacionário, o transporte é realizado de modo que quando um produto cai entre as helicoides ele é carregado ao longo de seu comprimento, conforme ilustra a figura 1.

Figura 1 - Partes do transportador helicoidal



Fonte: WEBER (1995)

O movimento de rotação é gerado a partir de um atuador elétrico como um motor ou Motorreductor que será dimensionado de acordo com o comprimento da helicoide e com o material a ser transportado, sendo o transportador ou rosca transportadora composta por diferentes elementos mecânicos como mostra a figura1.

(A) - helicoide para transporte de graneis, para a indústria alimentícia é fabricada em aço inoxidável;

(B) – Corresponde a componentes de travamento de segurança do eixo estacionário;

(C) – São mancais que sustentam o eixo do transportador;

(D) – Tampa para fazer o fechamento de acesso a helicoide, geralmente utilizada para a segurança do operador e para evitar o transbordamento do material que está sendo transportado. Também construída em aço inoxidável;

(E) – Calha, construída do mesmo material da helicoide, tem a função de limitar e conter o produto para que a rosca transportadora carregue até o fim do percurso;

(F) – Flange para fixação das carcaças frontais do transportador;

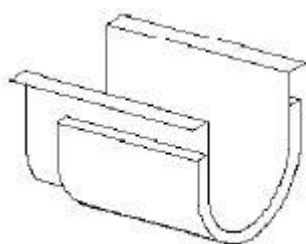
(G) – Saída do transportador;

(H) suportes de fixação e apoio do transportador para maior segurança essas fixações são parafusadas no piso através de parafusos.

Para Weber (1995), os transportadores helicoidais podem ser agregados a outras características em sua calha (E); que as classificam como abertas :calha com jaquetamento ou fechadas: Calhas com chuveiro.

As calhas com jaquetamento - São utilizadas geralmente para o resfriamento do material que está sendo transportado; o resfriamento ocorre com a troca de calor entre o material a ser transportado e a passagem de um fluido entre uma câmara intermediária na carcaça.

Figura 2 - Calha com Jaquetamento



Fonte: WEBER (1995)

E as calhas com chuveiro – são utilizadas para realizar a mistura do material a ser transportados com um líquido.

Essas características são utilizadas de acordo com a função do transportador que podem ser de mistura; lavagem; cristalização; resfriamento; extração e secagem. Já as helicoides classificam-se em:

Hélice simples – Mais comum entre os transportadores, podendo ser encontrados com passos e diâmetros diferenciados que variam de acordo com o material a ser transportado, como mostra a figura 2.

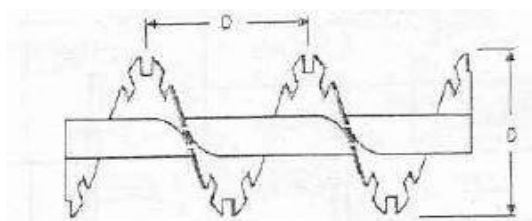
Figura 3 – Hélice simples



FONTE: WEBER (1995)

Hélice com dentes – É caracterizado por um transporte mais agressivo onde seja necessário desagregar componentes do material transportado.

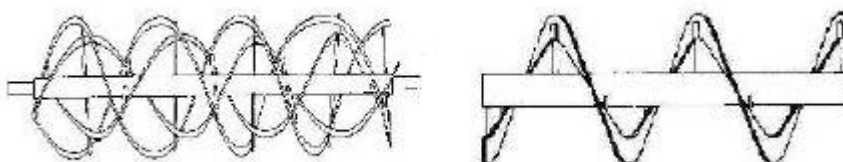
Figura 4 – Hélice com dentes



FONTE: WEBER (1995)

Hélice em fita simples ou múltiplas – Geralmente utilizado para transportar e misturar materiais viscosos e pegajosos, muito utilizado para homogeneizar a massa do pão.

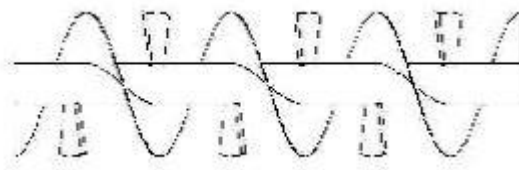
Figura 5 – Hélice em fita simples ou múltiplas



FONTE: WEBER (1995)

Hélice com Pás - Também utilizado para transporte e mistura, onde a quantidade de pás vai definir o grau de mistura dos componentes transportados.

Figura 6 – Hélice com Pás



FONTE: WEBER (1995)

2.2 - CATIA V5

O Catia é um *softwares* CAD, CAM e CAE; CAD – *Computer Aided Desing*, do português Desenho Assistido por Computador, usados para gerar desenhos de projetos; CAE – *Computer Aided Engineering* do português Engenharia assistida por Computador, o papel desse software é analisar um protótipo utilizado na plataforma CAD e aplicar esforços, apresentando resultados que vão depender do material; CAM – *Computer Aided Manufacturing*, do português: Fabricação Assistida por Computador, é uma plataforma que utiliza o projetado da plataforma CAD para transformar em códigos que serão interpretados por máquinas operatrizes nos centros de usinagem.

O Catia, (*Computer Aided Three-dimensional Interactive Application*), no Português, aplicativo interativo tridimensional assistido por computador, é um software desenvolvido pela empresa francesa *Dassault Systemes*, com o intuito de criar um *software* capaz de atender as exigências de projetos da indústria aeronáutica, diminuindo o tempo de projeto e aumentando a confiabilidade do produto.

Por ser um *software* confiável e oferecer um pacote de poderosas ferramentas para as mais variadas áreas da indústria, o CATIA é um *software* de desenhos 3D padrão de grandes empresas: Boeing, Dassault Aviation, BMW, Chrysler, Honda, Black & Decker, Eletrolux e Sony são algumas das empresas que utilizam o CATIA V5 para desenvolver produtos como: Minivan Voyager da Chrysler, Picapes RAM e Dodge Viper, Boeing 777 e o avião de combate Rafale da Dassault Aviation.

Com base nisso o Catia, foi o *software* CAD escolhido para a demonstração do protótipo em 3D, para realização de testes de resistência mecânica, aplicação do material construtivo da máquina e tornar possível sua construção no mundo real, trazendo maior confiabilidade do protótipo aqui em alusão.

2.3 - CLP

De acordo com Claiton e Valter (2008), o CLP (Controladores Lógicos Programáveis) é um computador adaptado ao ambiente industrial, os primeiros CLPs eram equipamentos grandes e caros, sua aplicação só era viável para atividades que continham mais de 150 acionamentos por relé, com o avanço da tecnologia os CLPs passaram a não somente manipular funções lógicas binárias, como, tipo E e OU, mas também a controlar malhas analógicas, motivo pelo qual atualmente podem ser chamados apenas de CP.

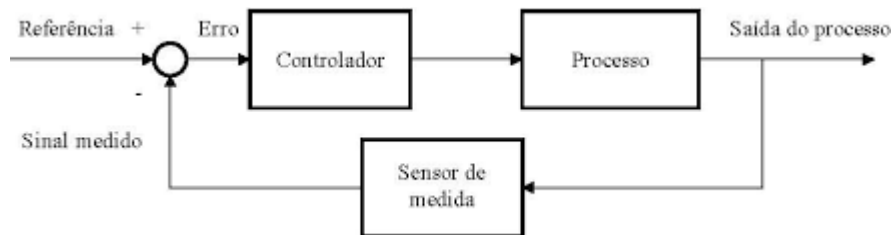
A IEC (International Electrotechnical Commission) define o CLP como: “Sistema eletrônico operando digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para implementar funções específicas, tais como lógica, sequencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos. O controlador programável e seus periféricos associados são projetados para serem facilmente integráveis em um sistema de controle industrial e facilmente usados em todas suas funções previstas.”

No ambiente industrial os controladores lógicos programáveis são essenciais para controlar processos e garantir uma operação segura e confiável para qual ele tenha sido designado, desde processos simples como controlar um atuador pneumático até um processo mais complexo como controlar o funcionamento de uma máquina com atuações em série e temporizadas, autores como Claiton e Valter (2008) dividem o sistema de controle com implementação do CLP em três partes, são elas: transdutor, controlador e atuador.

- **Sensores ou Transdutores:** são dispositivos eletrônicos conectados as entradas (Input), do CLP que converte uma informação física do ambiente externo em um sinal elétrico, que será interpretado de acordo com a lógica de programação pré-carregada na memória do CLP.
- **Atuadores:** são elementos conectados as saídas (Output), do CLP que converte o sinal elétrico em uma ação física, como por exemplo acionar uma contentora para ligar um motor.
- **Controladores:** Através da lógica de programação definida pelo programador, o controlador irá monitorar as entradas conectadas geralmente a sensores e irá calcular suas saídas.

O sistema de controle será do tipo malha fechada; pois usaremos sensores que serão posicionados em cantos estratégicos na máquina para termos o controle do que está sendo despejado pela máquina aqui em alusão.

Figura 7 -malha de controle aberta



Fonte: Oliveira (1999)

3 - O DESENVOLVIMENTO

Para um maior entendimento e esclarecimento do funcionamento e até para futuros testes o transportador será dimensionado para uma aplicação prática e real, na qual será considerada uma máquina que realizará a mistura dos ingredientes despejados pelo protótipo aqui aludido, a máquina que realizará a mistura, se chamará masseira, dessa máquina será tirada medições pelas quais será baseada a altura em que o transportador terá que ter para despejar farelos e líquidos sob controle.

A imagem a seguir mostra o problema e uma das justificativas da implementação do protótipo.

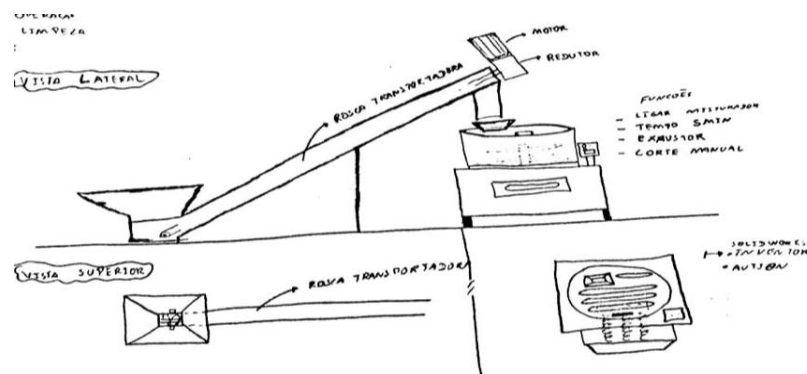
Figura 8 – Modo de Operacional Atual do Carregamento da Masseira



Fonte: O Autor (2018)

Tiradas as medições de altura da masseira, iremos ter a altura que o transportador terá que ter para realizar o seu objetivo, logo teremos os valores de comprimento da helicóide; para uma uniformidade do raciocínio do dimensionamento e cálculo do transportador helicoidal, usaremos como base o pensamento de Weber (1995); será necessário fazer um esboço do protótipo, especificando de maneira rápida e prática o que será construído, se possível anotar também as dimensões necessárias; tais dados serão úteis no momento que será desenhado no software CAD.

Figura 8 – Esboço



Fonte: O Autor (2018).

Logo um dos passos mais importantes será o cálculo do diâmetro da hélice, que segundo Weber (1995), calculamos da seguinte forma:

$$Q = 3600 \times \lambda \times \gamma \times K \times \left(\frac{\pi \times D^4}{4} \right) \times \left(\frac{t \times n}{60} \right) = 47 \times \lambda \times \gamma \times K \times D^2 \times t \times n \quad \text{Equação (1)}$$

$$D^3 = \frac{Q}{47 \times \lambda \times \gamma \times K \times n} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

λ - Peso específico do material;

K – Fator de correção do ângulo de inclinação do TH;

N – Velocidade do eixo (Rpm) - Arbitrado

γ - Fator de correção do volume ocupado.

Onde:

γ = fator de correção para volume ocupado pelo material na hélice

0,125 – pesados e abrasivos

0,250 – pesados e pouco abrasivos

0,350 – leves e pouco abrasivos

0,40 – leves e não abrasivos

K = Fator de correção do ângulo de inclinação do TH

β = inclinação do transportador

β	0°	5°	10°	15°	20°
K	1	0,9	0,8	0,7	0,6

Logo após calcularemos a área ocupada pelo material no transportador

$$S = \frac{\gamma \pi D^2}{4} \quad \text{Equação (3)}$$

O número de hélices (Nº Helice), o cálculo da quantidade de chapas necessárias para a construção da carcaça (C); e a quantidade de chapas necessárias para fazer a tampa (T), do transportador serão de extrema importância para calcularmos o peso total do protótipo e consequentemente o valor final do produto.

$$N^{\circ}_{\text{Helice}} = \frac{L}{t} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:

L – comprimento do TH;

t – passo da hélice;

Sendo este determinado como: t=D – Não abrasivo

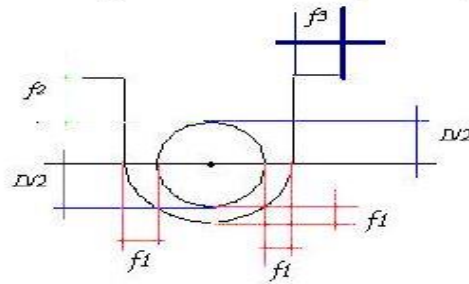
t=0,5D – Pouco abrasivo

t=0,7D – Abrasivo

t=0,5D – Muito abrasivo

$$C = L \times \left(\frac{\pi \times (D + 2f_1)}{2} + 2 \left(\frac{D}{2} + f_2 \right) + 2f_3 \right)$$

Equação (5)



Onde:

L – Comprimento do TH;

D – diâmetro da hélice;

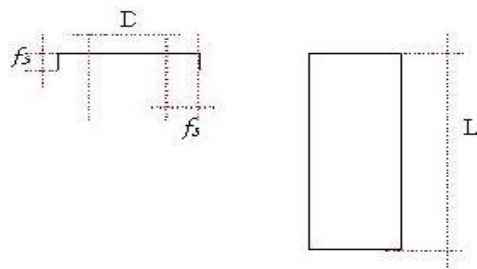
f₁ - folga 1;

f₂ - folga 2;

f₃ - folga 3.

$$T = L \times (D + 2f_1 + 2f_3 + 2f_4 + 2f_5)$$

Equação (6)



Onde:

L – Comprimento do TH

D – diâmetro da hélice;

f₁ - folga 1;

f₃ - folga 3;

f₄ - folga 4

f₅ - folga 5.

A velocidade de deslocamento da helicoide (V), e a potência requerida para o mesmo N(Kw), servira para o dimensionamento do atuador elétrico(Motorreductor) que será controlado pelo CLP que falaremos mais à frente.

Equação (7)

$$V = \frac{t \cdot N}{60}$$

Onde:

t = passo da hélice

N = nº de rotações por minuto (arbitrado)

$$0,2 = V = 0,4 - \text{condição de trabalho}$$

se V for maior que 0,4m/s, diminuir n

se V for menor que 0,2m/s, aumentar n

$$N(Kw) = \frac{Q \times H}{367} + C_o \times \frac{Q \times l}{367} \quad \text{Equação (8)}$$

Onde:

Q(t/h), H(m), Co (adimensional), L(m).

OBS: Para Transp. Horizontal H = 0 e

$$N = C_o \times \frac{Q \times L}{367} (KW) \quad \text{Equação (9)}$$

Onde:

Co = Coeficiente de resistência de acordo com o material

1,2 – pó-granuloso

1,6 –

2,5 –

4,0 – Pedacos

OBS: A cada giro do eixo, o material avança o passo (t).

O material ocupa 40% do espaço útil da carcaça (inferior).

1KW = 1,34 HP

Depois de todos esses cálculos e as informações coletadas, será necessário a implementação em um *software* CAD, para desenho do protótipo; o *software* terá que ter respaldo no mundo acadêmico e deverá abranger ferramentas de dimensionamento em escala, cálculo do peso e esforços mecânicos, além da possibilidade de aplicação do material do qual o transportador será construído.

Diante dessas exigências e levando em consideração que um *software* com essas especificações tem o valor de licença para uso um pouco elevada; será optado por o uso de uma ferramenta que a universidade de fortaleza (Unifor), nos proporciona em alguns de seus laboratórios o *software* Catia V5.

Segundo a fabricante do Catia, a Dassault Systemes, a ferramenta está no mercado a mais de vinte anos e é usada pelos maiores fabricantes de máquinas do mundo, sendo elas: carros, aviões, e equipamentos aeroespaciais.

Depois de dimensionado e desenhado no *software* CAD, será possível realizar desenhos técnicos, com vistas frontais, superiores e laterais; logicamente observando o posicionamento de quadro elétrico e atuadores como válvulas e motores.

Em paralelo ao desenvolvimento do desenho no *software* CAD, será necessário o desenvolvimento da implementação do controle dos atuados por meio do CLP s7 1200 da Siemens.

7 – ESCOLHA DOS SENSORES, VÁLVULAS E ATUADORES

A escolha do sensor será feita com base no que o mercado local ofereça e as limitações de cada sensor – será necessário a escolha de sensores como a célula de carga, válvula de dosagem e motor.

8 – DESENHO DO PROTÓTIPO

O desenho será realizado no software Catia V5 e terá suas vistas frontais laterais e superior

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, A. L. LIMA, Instrumentação – Fundamentos de Controle de Processo. SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Espírito Santo. 1999.

WEBER, Érico A. Armazenagem agrícola. Porto Alegre: Kepler Weber Industrial, 1995. 400p.



Data : 21 / jun / 2018

FOLHA DE DADOS - Partida de Motores

Partida Direta Combinada com 3 Componentes (Disjuntor-motor Magnético + Contator + Relé de Sobrecarga Térmico)

(ou)


Q2

KC

UCW-T ou MCW ou BCW

Dados do Motor	
Tipo do Motor	Standard
Número de Polos	4
Frequência	50 Hz / 60 Hz
Potência do Motor (Pn)	1.5/1.1 (cv/kW)
Tensão do Motor	220 V
Corrente do motor	4.42 A
Disjuntor Magnético Q1	MPW40i-3-D063 (6,3 A)
Contator K1	CW07-10-30*
Relé de Sobrecarga Térmico FT1	RW17-1D3-D063 (4-6,3 A)

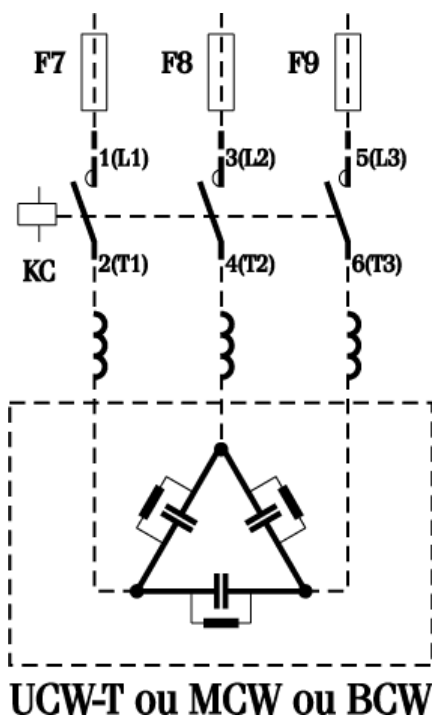
(1) Os dimensionamentos dos componentes acima são orientativos, válidos para motores WEG em regime S1, fator de serviço igual a 1, categoria de emprego AC-3. Motores em outras condições, sob consulta.





FOLHA DE DADOS - Partida de Motores

Correção do fator de potência



Dados do Motor

Tipo do Motor	Padrão
Número de Polos	4
Frequência	60 Hz
Potência do Motor (Pn)	1.5/1.1 cv/kW
Tensão do Motor	220 V

Fusíveis D ou NH F7,F8,F9	4 A
Contator KC	CWMC18-10-30*
Indutor anti-surto ⁽¹⁾	-
Potência reativa nominal para elevar o cosφ para no mínimo 0,95 ⁽²⁾	0,75 kvar

⁽¹⁾ Os indutores anti-surto devem ser utilizados quando não se usa os contatores especiais para manobras de capacitores (CWMC). Os indutores podem ser feitos com os próprios cabos de alimentação.

⁽²⁾ A correção do fator de potência está atrelada à potência do motor, independentemente do tipo de partida. As potências reativas foram calculadas para motor trabalhando de 75 a 100% de carga.

