

N. CLASS. M 620.7  
CUTTER 55864  
ANO/EDIÇÃO 2015

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VINICIUS SILVA**

**A UTILIZAÇÃO DE INVERSORES DE FREQUENCIA EM COMPRESSORES  
PARAFUSO: Fazendo um comparativo de economia de energia entre compressores  
parafuso com inversores de frequência e os compressores com velocidade constante**

**Varginha**

**2015**

**VINICIUS SILVA**

**A UTILIZAÇÃO DE INVERSORES DE FREQUENCIA EM COMPRESSORES  
PARAFUSO: Fazendo um comparativo de economia de energia entre compressores  
parafuso com inversores de frequência e os compressores com velocidade constante**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Prof. Esp. Rullyan Marques Vieira.

**Varginha**

**2015**

VINICIUS SILVA

**A UTILIZAÇÃO DE INVERSORES DE FREQUENCIA EM COMPRESSORES PARAFUSO: Fazendo um comparativo de economia de energia entre compressores parafuso com inversores de freqüência e os compressores com velocidade constante**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica pela Bancada Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

---

Prof.

---

Prof.

---

Prof.

Obs.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela sabedoria e força dada durante todo o período e a minha família, pelo apoio moral, paciência e incentivo nesta etapa de minha vida

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos meus familiares, amigos e professores que ajudaram na construção deste trabalho. A Deus por ter me dado sabedoria e força para nunca desistir diante das dificuldades.

“A cada sonho que você deixa para trás, é  
um pedaço do seu futuro que deixa de existir”

Steve Jobs

**Grupo Educacional UNIS**

## RESUMO

Os compressores são equipamentos desenvolvidos para admitir e comprimir o ar, dentro de um reservatório ou nos compressores ar direto admitir, comprimir e escape do ar. Com o tempo foram surgindo novos tipos de compressores dentre eles esta o compressor a parafuso que podem operar com velocidade constante ou variável. Para o compressor possa trabalhar com velocidade variável são utilizados inversores de frequência, que fazem com que o motor trabalhe variando sua velocidade sem que perca seu torque. Visasse bastante quanto ao consumo de energia de uma maquina, diante disto foi feito um comparativo do custo benefício entre os compressores convencionais e os compressores a parafuso com inversor de frequência, pode se notar uma economia em determinados casos podendo chegar a 38%, quando relacionado consumo de energia, redução do numero de manutenções, nos compressores convencionais as partidas normalmente são bruscas assim ocorrendo maior desgaste e quebra de peças, já nos compressores a parafuso com inversor de frequência devido ao sistema ele possui uma aceleração e desaceleração suave reduzindo os impactos mecânicos e aumentando a vida útil das peças.

**Palavras-chave:** Economia de energia. Inversor de frequência. Velocidade variável.

## **ABSTRACT**

*Compressors are devices designed to accept and compress the air within a reservoir or in the compressor air directly admit and exhaust air to compress. Over time it was emerging new types of compressors among them this the compressor screw that can operate with constant or variable speed. For the compressor can work with variable speed AC drives are used, which cause the engine to operate varying your speed without losing your torque. Should aim well as the energy consumption of a machine before it a comparative cost benefit between conventional compressors and screw compressors with frequency inverter has been done, it can be noted savings in certain cases reaching up to 38% when related power consumption, reducing the number of maintenance in conventional compressors matches are usually sharp so going higher wear and tear parts, as in screw compressors with frequency inverter due to the system it has an acceleration and smooth deceleration reducing mechanical impacts and increasing the life of parts.*

**Key Words:** *Energy Saving . Frequency inverter . Variable speed*



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vista em corte de um compressor rotativo de lamina deslizante .....	11
Figura 2 - Ilustração do ar circulando nos lóbulos .....	12
Figura 3 - Princípio de funcionamento do compressor de pistão.....	13
Figura 4 - O eixo macho e a fêmea do compressor a parafuso .....	14
Figura 5 - Compressor a parafuso .....	15
Figura 6 - Bobina de um motor trifásico com seis terminais .....	16
Figura 7 - Esquema de um soft-starter para acionar um motor de indução trifásico (MIT) ....	18
Figura 8 - Diagrama de bloco de um inversor de frequência.....	19
Figura 9 - Inversor WEG.....	19
Figura 10 - Programa utilizado para calcular o consumo de energia.....	24

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>09</b>
<b>2 BREVE HISTÓRIA DOS COMPRESSORES</b> .....	<b>10</b>
<b>3 COMPRESSORES</b> .....	<b>11</b>
3.1 Compressores rotativo tipo lamina.....	11
3.2 Compressores de Lobulo .....	11
3.3 Compressores alternativos de pistão .....	12
3.4 Compressores rotativo a parafuso.....	13
<b>4 TIPOS DE SISTEMAS PARA REDUÇÃO DO PICO DE ENERGIA</b> .....	<b>16</b>
4.1 Ligação estrela triangulo.....	16
4.2 Partida utilizando <i>Soft-Starter</i> .....	17
4.3 Inversor de frequência.....	18
<b>5 VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO INVERSOR DE FREQUENCIA</b> .....	<b>21</b>
5.1 Economia de energia.....	21
5.2 Automação do sistema .....	21
5.3 Redução de impactos mecânicos .....	21
<b>6 COMPARATIVO ENTRE COMPRESSORES COM VELOCIDADE CONSTANTE E VARIÁVEL</b> .....	<b>22</b>
6.1 Compressores com velocidade constante .....	22
6.2 Compressores com inversor de frequência ou flex.....	23
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os compressores são equipamentos desenvolvidos para admitir ou sugar ar da atmosfera, comprimi-lo e enviá-lo para um reservatório de ar comprimido, podendo ser utilizados nas mais diversas áreas tanto no ambiente industrial ou em ambiente doméstico. Entre os tipos de compressores estão os compressores de lóbulo, compressores de palheta, compressores rotativo a pistão e os compressores rotativo a parafuso.

Existe alguns tipos de sistemas de partida onde visam amenizar o pico de consumo de energia de uma máquina, alguns sistemas serão conhecidos neste trabalho que são as ligações estrela triângulo, partida *Soft-Start* e um equipamento que mais automatiza a máquina é o inversor de frequência, mostrando as vantagens da aplicação do inversor em máquinas.

Através de pesquisas em livros e consultando fabricantes de compressores foi feito um comparativo entre dois tipos de compressores, um compressor com velocidade constante e um compressor a parafuso com velocidade variável. Pode se perceber que utilizando o inversor de frequência nos compressores a parafuso obteve benefícios bem vantajosos para as empresas como economia de energia, redução do número de quebra de peças do compressor consequentemente redução do número de manutenções no equipamento e a automação do equipamento.

## 2 BREVE HISTÓRIA DOS COMPRESSORES

O ar comprimido é utilizado pelos seres humanos nos processos de transformações de matéria prima e acionamentos mecânicos desde 3000 a.C.. Os mecanismos utilizados para comprimir o ar tiveram início através de zarabatanas de sopro, foles de estomago de animais ou de couro. Nesta época já se praticavam os forjamentos e outro mineiros, fabricação de armas, onde eram utilizados foles para aumentar o calor dos fornos. Isso de acordo com a cultura e evolução de cada povo.

A renascença foi à época das criações artísticas e do nascimento das ciências que hoje são as diversas tecnologias utilizadas pelos seres humanos. Isaac Newton, Galileu, Giordano Bruno entre outros que a historia não esquecerá, mostram para o mundo os princípios que ainda norteiam a evolução academia e tecnológica. Nesta época de transição do período da renascença para era moderna, que surgiram os primeiros exemplares que hoje são conhecidos como compressores alternativos de pistão. Na mesma época acontecia a revolução industrial, em que a Inglaterra era pioneira nessa atividade (SCHULZ, 2009).

O ar comprimido teve uma tímida participação nos processos industriais, tendo como função limpeza e manutenção. É provável que devido à baixa tecnologia dos compressores desta época, muito contribuiu para o descrédito desta opção energética, pois esta mesma opção possuía pessoas que a defendiam e também céticos, que acreditavam e duvidavam da sua eficiência. Mesmo diante destas duvidas, fervilhavam de tentativas de melhoria de sua eficiência, alcançando uma evolução considerável, surgindo inclusive a primeira patente par a um compressor rotativo de parafuso, em 1878 o alemão Heinrich Kringar. Graças a isso, ainda nas duas ultimas décadas do século XIX, grandes obras como estradas, tuneis, atividades mineradoras, incluindo um mega projeto da ponte do Brooklin, onde foram utilizadas diversas maquinas pneumática e câmaras hiperbáricas (SCHULZ, 2009).

Chegava finalmente, a época onde o ar comprimido definitivamente conquistaria seu lugar nos processos industriais como forma de energia, evidenciando seus benefícios e vantagens.

### 3 COMPRESSORES

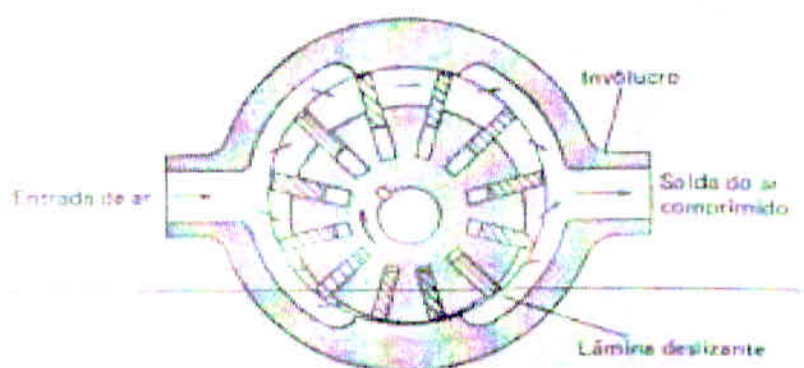
Existem diversos modelos de compressores, dentre eles estão alguns modelos como:

#### 3.1 Compressores rotativo tipo lamina

O compressor do tipo de lamina deslizante é um compressor de tipo de deslocamento positivo rotativo. As suas laminas são descentralizadas em relação ao invólucro ou estojo, quando o ar entra, fica preso entre as laminas que se apóiam no interior do invólucro, sendo levados então para o orifício de descarga (HARRY, 2002).

Algumas vantagens podem ser vistas neste tipo de compressor como fornecimento de ar contínuo e não fica atingindo picos de energia devido a ser contínuo. Com tempo há perdas de pressão no compressor devido a desgastes das paletas.

Figura 1 - Vista em corte de um compressor rotativo de lamina deslizante

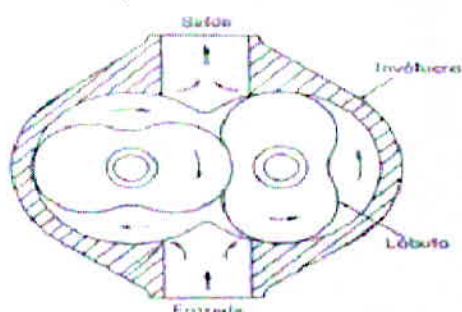


Fonte: Stewart, p.92, 2002.

#### 3.2 Compressores de Lóbulo

Neste tipo de compressor os lóbulos são montados em um eixo paralelo, e giram em sentido opostos. O ar é puxado para os espaços entre os lóbulos e o invólucro, e levado do orifício de entrada para a saída. Para manter esta relação entre os lóbulos adequada se utiliza nos extremos dos eixos engrenagens reguladoras. Devido ao seu princípio de funcionamento o compressor é capaz de enviar uma grande quantidade de volume de ar e possuir um alto rendimento mecânico, porem é um equipamento muito robusto e com baixa capacidade de compressão (HARRY, 2002).

Figura 2 - Ilustração do ar circulando nos lóbulos



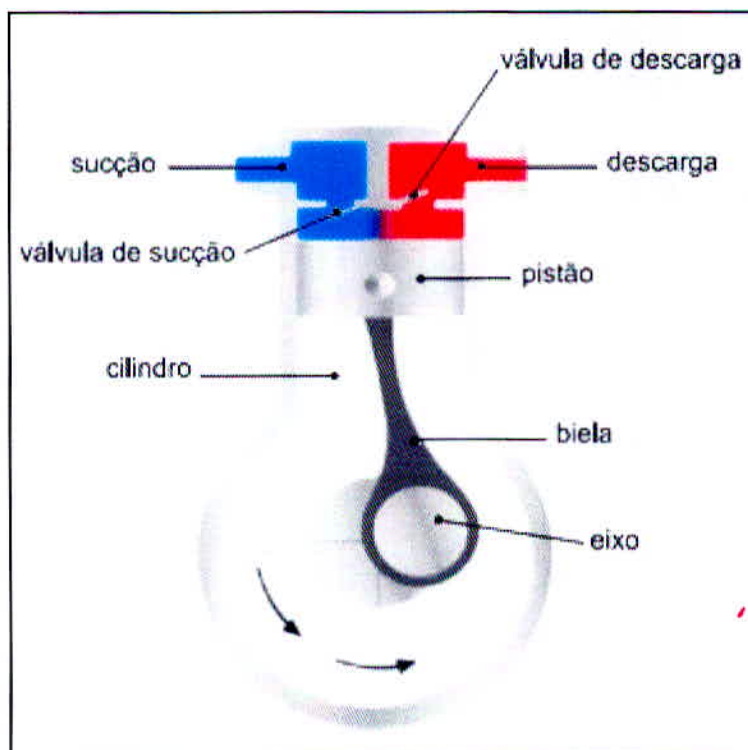
Fonte: Stewart, 2002

### 3.3 Compressores alternativos de pistão

Estes compressores possuem um sistema onde o pistão se movimenta para cima e para baixo, dentro do cilindro sendo movimentado por um virabrequim. No processo de admissão o pistão desce admitindo o ar através da placa de válvula onde que possui duas placas uma para admitir o ar a outra expulsar o ar para o reservatório. As placas funcionam de forma alternada quando pistão esta descendo apenas a placa de admissão esta em funcionamento e quando o pistão esta subindo a placa de admissão fechada e apenas a de escape trabalha.

O tipo de compressor alternativo de pistão possui algumas vantagens como conceito de mecânica simples que requer pouca especialização em manutenção, baixo custo de manutenção, preço mais acessível quando se comparado ao compressor a parafuso e dispensam mecanismos de separação ar – óleo. As desvantagens deste equipamento são que não possuem filtro de óleo para o ar que vai para o reservatório e que fornece um ar em temperatura mais elada a linha (SCHULZ, 2009).

Figura 3 - Princípio de funcionamento do compressor de pistão



Fonte: Maquinas, 2013

A figura 3, mostra os componentes internos de um cabeço de compressor a pistão, quando o pistão se movimenta para baixo realizando a admissão do ar que é feito sistema da válvula de sucção que é representada pela parte azul. No momento em que o pistão se movimenta para cima a válvula e sucção é fechada, é aberta a válvula de descarga representada pelo lado vermelho.

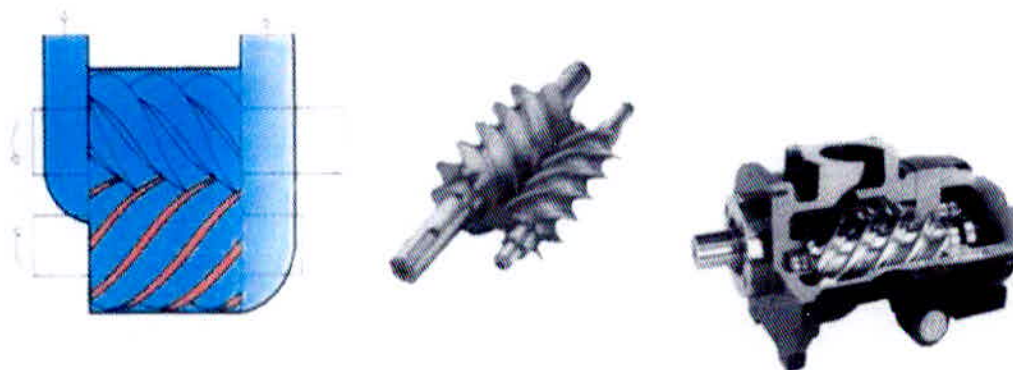
### 3.4 Compressores rotativos a parafuso

Os compressores rotativos a parafusos possuem um funcionamento bem simples visto pela parte mecânica, quando relacionado ao seu desempenho.

A unidade compressora do mesmo é constituída de dois parafusos helicoidais, sendo um macho e outra fêmea, mancalizados em rolamentos nas duas extremidades, confinados em uma carcaça que serve simultaneamente de apoios aos mancais dos rotores e como câmara de circulação dos fluidos, ar e óleo. A admissão de ar se da no segmento inicial do rotor macho, que tão logo ultrapassa a abertura da câmara, aprisiona o ar, contra o núcleo do rotor fêmeo, reduzindo o volume.

As vantagens que podem ser vistas nos compressores a parafuso quando comparado aos demais são, há inexistência do espaço morto pois sua admissão e compressão são contínuos não havendo reexpansão do gás, sua efetividade volumétrica e ligeiramente superior, possui um menor consumo de KW (*kilowatt*), mais silencioso, o ar comprimido sai em temperatura mais baixa, possibilidade de incorporar recursos e comando de alta tecnologia. Este equipamento também possui umas desvantagens como o custo inicial mais elevado e necessidade de especialização para efetuar manutenções isto afeta diretamente no custo para efetuar o conserto do compressor (SCHULZ, 2009).

Figura 4 - O eixo macho e a fêmea do compressor a parafuso

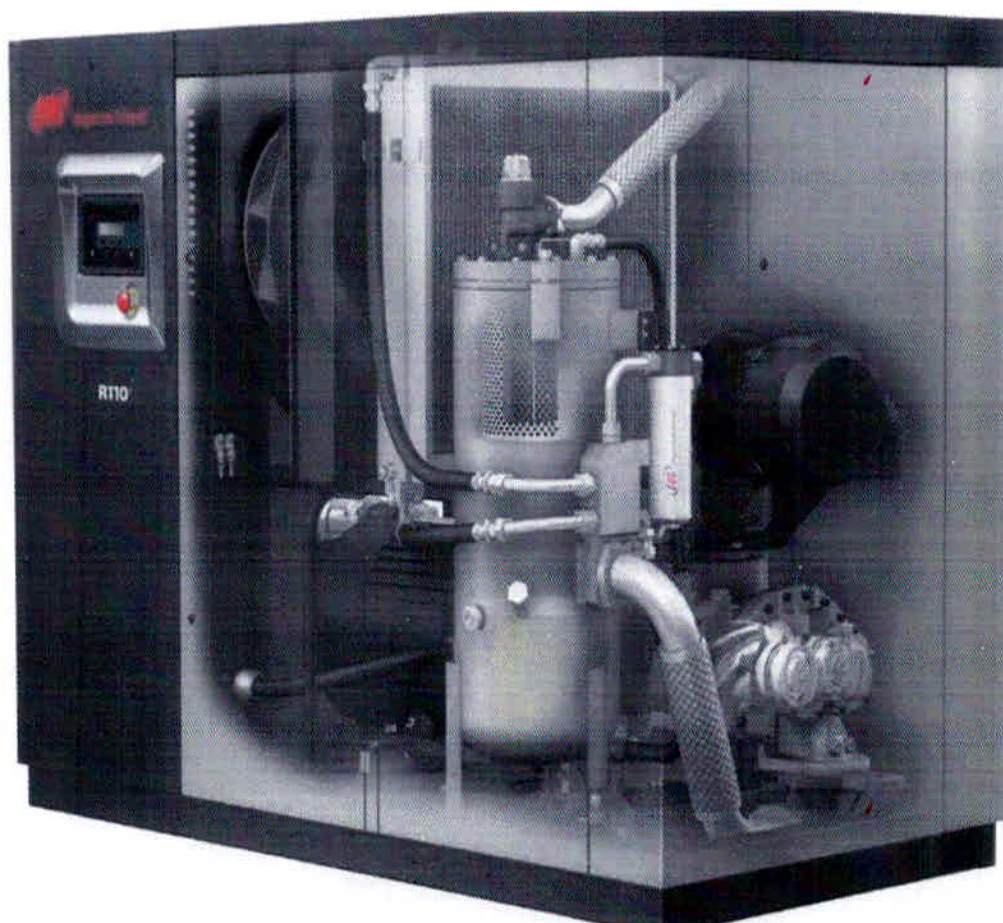


Fonte: SENAI, 2008

A figura numero 4, mostra dois parafusos helicoidais um macho outro fêmea que são utilizados pelo compressor a parafuso com a função de admitir e comprimir o ar.



Figura 5 - Compressor a parafuso



Fonte: Deltamaq, 2012

## 4 TIPOS DE SISTEMAS PARA REDUÇÃO DO PICO DE ENERGIA

A corrente de partida interfere de forma negativa em um sistema elétrico, devido a isto as partidas diretas são limitadas a uma determinada potencia nas indústrias, essas limitações normalmente são para conservação da energia e de contratos feitos entre as empresas e as concessionárias de energia.

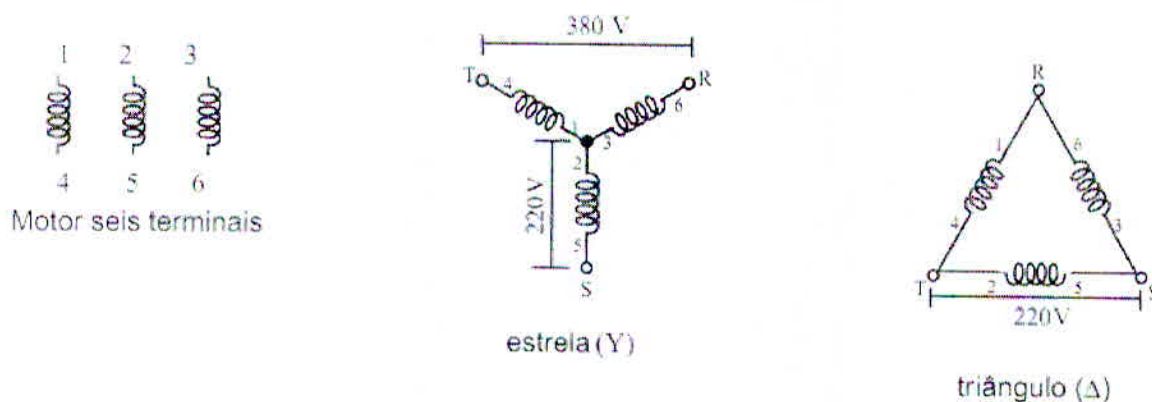
### 4.1 Ligação estrela triangulo

A ligação estrela triangulo consiste na alimentação do motor de modo que ocorra uma redução de tensão nas bobinas no momento de sua partida, aplicada normalmente em motores trifásicos onde o motor deve possuir ao menos seis terminais.

Este tipo de ligação funciona da seguinte maneira o motor parte em estrela, isto é, com uma tensão de 58% da nominal, ao atingir uma velocidade em que o conjugado do motor e o resistente se equilibrarem, geralmente é entre 75% e 85% da velocidade nominal os enrolamentos do motor são ligados em triangulo assim o motor recupera as suas características nominais. Esta transação da ligação estrela para ligação triangulo e realizada e controlada por um temporizador de forma automática (MORO, 2008).

De acordo com G. Nascimento “A chave estrela triangulo é utilizada exclusivamente para partidas de maquinas vazias, ou seja, sem carga”. Outro ponto importante na utilização deste tipo de ligação é que se o fechamento para triangulo não estiver na porcentagem ideal de 75 a 85% provocaria um pico de partida bem próximo ou até igual a uma partida direta (NASCIMENTO, 2013).

Figura 6 - Bobina de um motor trifásico com seis terminais



## 4.2 Partida utilizando *Soft-Starter*

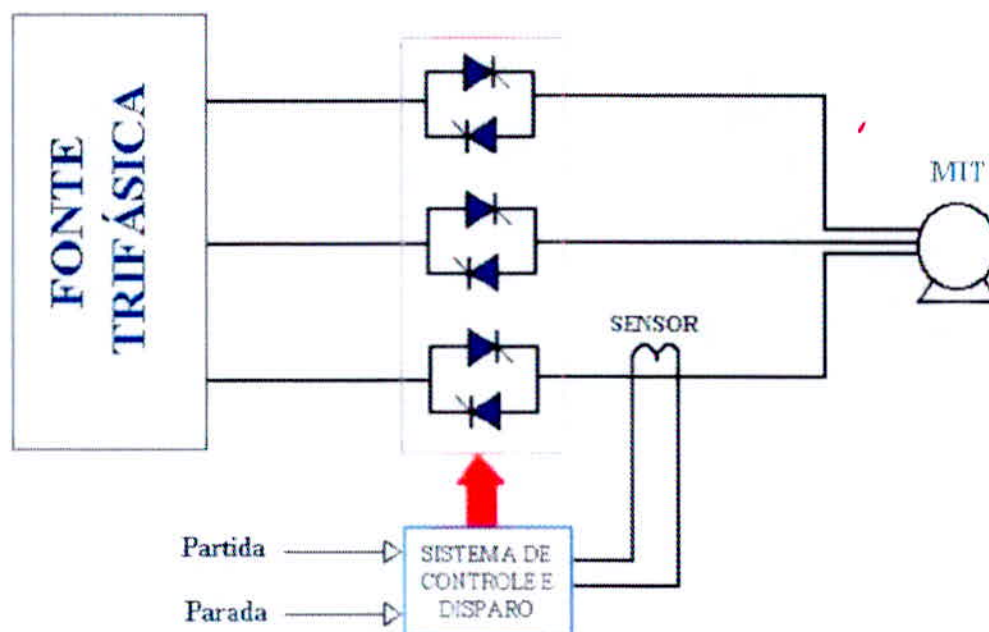
O *soft-starter* é um equipamento desenvolvido para controlar a potência do motor no momento da partida e também sua frenagem. Este equipamento, através de comando microprocessador, controla tiristores que ajustam a tensão enviada ao estator do motor. Desta forma, consegue-se, de um lado, aliviar o acionamento dos altos conjugados de aceleração do motor de indução e também, proteger a rede elétrica das correntes de partida elevadas.

Seu princípio de funcionamento é realizado através do ângulo de condução dos tiristores, a tensão de partida é reduzida, diminuindo os picos de corrente gerados pela inércia da carga mecânica. Uma das funções do *soft-starter* é controlar a potência do motor, sem que ocorra a alteração da frequência do motor (velocidade de rotação). Para que isso ocorra, os controles de disparos dos tiristores atuam em dois pontos: controle por tensão zero e controle de corrente zero (UNESP, 2009).

O circuito de controle deve temporizar os pulsos e enviar a partir do último valor de zero da forma de onda, tanto da tensão como da corrente. O sensor pode ser um transformador de corrente que pode ser instalado em uma única fase (nesse caso, o sistema mede somente o ponto de cruzamento de uma fase), ou um para cada fase.

Algumas vantagens podem ser vistas ao utilizar a chave *soft-starter* como ajuste da tensão de partida por um tempo pré-definido, pulso de tensão na partida para cargas com alto conjugado de partida, redução rápida de tensão a um nível ajustável, redução de choques hidráulicos em sistemas de bombeamento, proteção contra falta de fase, sobre corrente e subcorrente, economia de energia, etc (UNESP, 2009).

Figura 7 - Esquema de um *soft-starter* para acionar um motor de indução trifásico (MIT)



Fonte: UNESP, 2009

### 4.3 Inversores de frequência

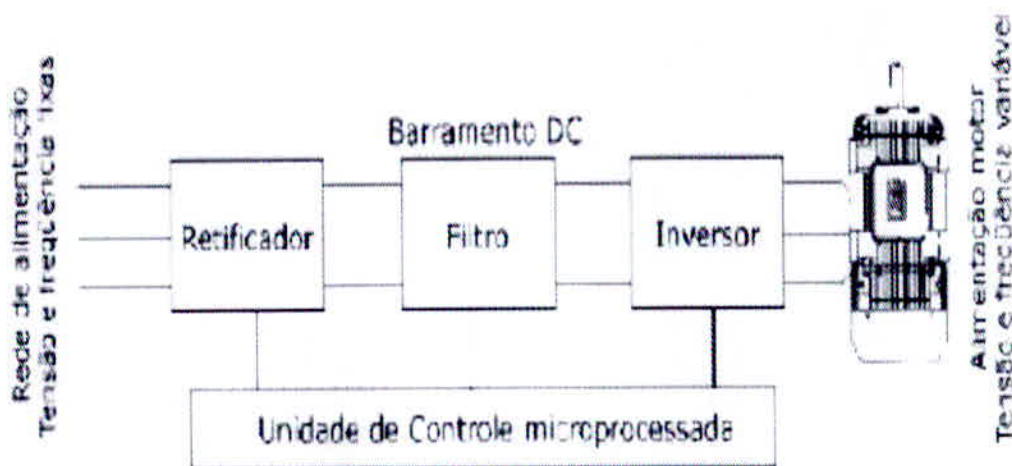
O inversor de frequência é um dispositivo capaz de gerar uma tensão em frequências trifásicas ajustáveis, com a finalidade de controlar a velocidade de um motor de indução trifásico, o torque, etc. Como sabemos com passar tempo vem sendo desenvolvidos equipamentos eletrônicos mais baratos e fáceis de trabalhar, para melhoria dos acionamentos dos motores elétricos. Estes motores quando alimentados diretamente da rede de distribuição de energia elétrica possuem uma característica de velocidade constante, entretanto há vários equipamentos e máquinas cujos processos requerem algum tipo de movimento controlado, como por exemplo, a velocidade de rotação de um compressor, neste caso é possível manter a pressão e a vazão desejada constante (NASCIMENTO, 2013).

Os inversores podem substituir com grandes vantagens alguns sistemas de controle de fluxo e tipos de acionamentos, como sistema de partida estrela triângulo e o *soft-starter*. Todo motor acionado por inversor de frequência proporciona, entre outras, a vantagem de economizar energia e melhorar o desempenho de máquinas e equipamentos, reduz consideravelmente o pico de corrente na partida do motor proporcionando maior vida útil e menor manutenção, total flexibilidade de controle de velocidade sem grande perda de torque do motor, aceleração suave através de programação, frenagem direta no motor sem a

necessidade de freios mecânicos além de diversas formas de controles preferenciais e controles externos que podem ser até por meio de redes de comunicação (WEG, 2008).

Existem hoje no mercado diversos fabricantes de inversores de frequência, apresentam características nos equipamentos semelhantes, mas que podem ter variações de acordo com a aplicação do mesmo, podendo variar tanto a frequência quanto a potência.

Figura 8 - Diagrama de bloco de um inversor de frequência



Fonte: Weg motores e automação, 2008

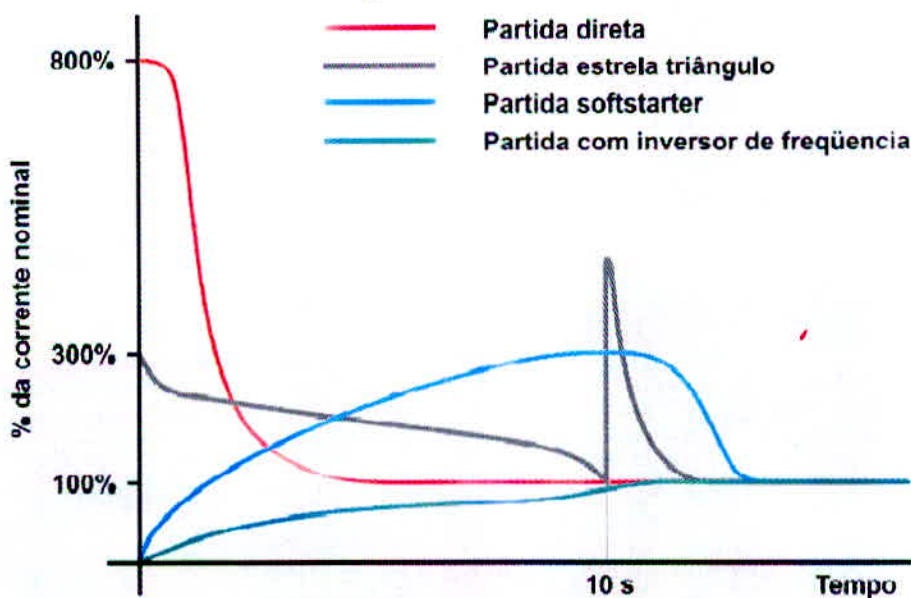
O diagrama 8, mostra os componentes do dispositivo, onde o retificador tem a função de transformar a corrente alternada em corrente contínua, passa por um filtro chegando até o inversor.

Figura 9 - Inversor WEG



Fonte: WEG, 2008

Gráfico 2: Gráfico de consumo de energia



Fonte: Schulz, 2013.

O gráfico 2, representa o consumo da corrente nominal desde a partida até um determinado período. Podemos analisar que a partida direta é muito brusca e possui um elevado consumo pois não há nenhum equipamento para reduzir, após um determinado tempo ela se estabiliza. Utilizando a ligação estrela triângulo pode se ver que é uma partida com um menor consumo quando relacionada a partida direta porém quando relacionada as partidas *soft-starter* e a com inversor de frequência e considerada alta. Nas partidas *soft-starter* e com inversor frequência, através do gráfico pode ser analisado que a partidas mais suaves, porém a do inversor de frequência devido ao seu sistema possuir aceleração suave e ajustando a frequência de acordo com a necessidade do equipamento.

## **5 VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO INVERSOR DE FREQUÊNCIA**

As vantagens em utilizar o inversor podem ser analisadas nos seguintes aspectos:

### **5.1 Economia de energia**

Devido ao sistema de variação de velocidade o equipamento não trabalha em rotação máxima sem a necessidade, gerando apenas a velocidade necessária que o sistema requer no determinado momento, assim não ocorrendo os desperdícios de energia gerando um consumo reduzido de energia (WEG, 2008).

### **5.2 Automação do sistema**

Com a utilização de inversores possibilita que o sistema seja controlado e monitorado por um Controlador Lógico Programável (CLP) que desempenha a função de controle através de um software desenvolvido pelo usuário, assim podendo analisar as falhas no sistema e realização de ajustes através do programa (FRANCHINI, 2008).

### **5.3 Redução de impactos mecânicos**

O inversor de frequência devido a sua finalidade no sistema de variar de velocidade de maneira suave e mantendo o torque de maneira elevada, diminuem de maneira bem perceptível as manutenções realizadas no equipamento, pois com acelerações e desacelerações suave não ocorre os choques mecânicos (WEG, 2008).

## **6 COMPARATIVO ENTRE COMPRESSORES COM VELOCIDADE CONSTANTE E VARIÁVEL**

Hoje em dia o consumo de energia elétrica de um compressor, pode representar mais ou menos 70% do seu custo, quando se considera a sua vida útil. Em muitas empresas, o ar comprimido gerado pelos compressores representa uma grande parcela do consumo de eletricidade (SCHULZ, 2013).

As grandes empresas nem sempre utilizam o ar comprimido na sua pressão máxima todo tempo, possuem variações dependendo do serviço desempenhado horário de funcionamento, pois em horários noturnos a produção é menor, até mesmo a produção da empresa varia dia a dia, com isso não se tem necessidade de utilizar o compressor em alta produção todo momento.

### **6.1 Compressores com velocidade constante**

Os compressores convencionais ou compressores com velocidade constante trabalham com acionamento em apenas uma velocidade, funcionando de modo de conhecido como carga /alívio. O Sistema carga e alívio funciona de maneira, quando a pressão máxima do compressor é atingida, é acionada uma válvula de alívio liberando ar para o ambiente até atingir a pressão de carga, onde ela se fecha devido a esta queda de pressão assim só sendo acionada novamente quando atingir a pressão de alívio (a pressão de alívio varia de compressor para compressor).

Um compressor em alívio necessitar ter uma pressão de alívio superior a pressão da rede para que ele consiga manter a pressão desejada no sistema, assim proporcionando um aumento de consumo de energia, pois o compressor fica alternando de pressão entre a da rede e a de alívio. Quando a pressão de alívio é atingida, o compressor deixa de produzir ar comprimido, porém seu motor continua em funcionamento, causando um consumo de energia desnecessário. Durante períodos de médio e baixo consumo de ar, permanecem por muito tempo em alívio, desperdiçando quantidades de energia muito elevada (SCHULZ, 2013).



## 6.2 Compressores com inversor de frequência ou flex

Nos compressores com inversores, os motores possuem a capacidade de trabalhar em velocidades variáveis assim se adaptando a necessidade da fábrica, por isso também pode ser chamado de flex trabalhar tanto em velocidade baixa quanto em alta.

O compressor com inversor de frequência através de um sistema eletrônico pode realizar uma análise de qual o valor de pressão melhor se adéqua entre a máxima e a mínima, assim não ocorre a modulação como ocorre nos compressores convencionais.

Neste tipo de compressor, ao invés do equipamento trabalhar em alívio a velocidade do motor é reduzida e a máquina opera somente em carga. Os gastos com energia elétrica podem reduzir em até 38%, ao longo do ciclo de vida do compressor pode ser reduzido em torno de 24% (SCHULZ, 2013).

Existem diversos fabricantes de compressores tanto a parafuso com velocidade variável quanto compressores com velocidades constantes, normalmente os compressores a parafuso possuem um custo inicial mais elevado como compressor modelo SRP4030 q possui 40HP de potencia com velocidade variável custa em torno de R\$ 45.000.000, enquanto um compressor SRP 4030 com 40HP de potencia, porém com velocidade constante custa em media R\$ 32.000.000.

Tabela 1 – Comparativo entre compressores com velocidade variável x compressor com velocidade constante

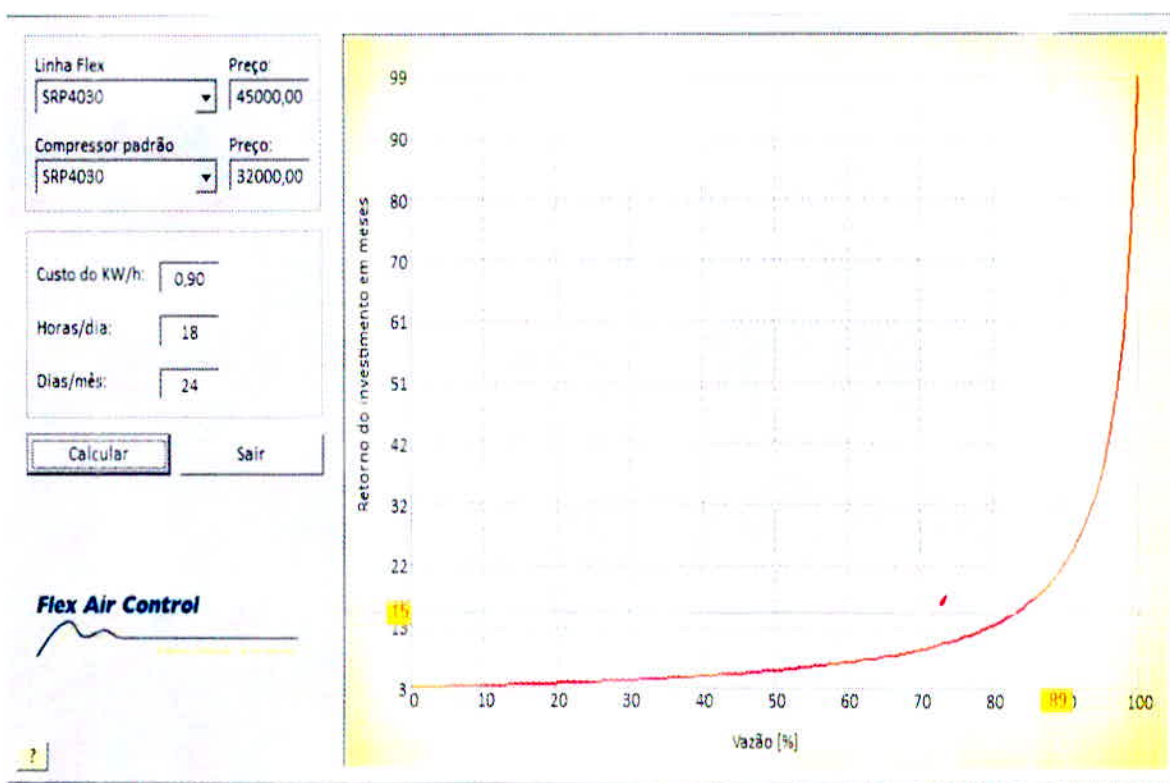
Comparação entre compressor a parafuso com velocidade variável x compressor com velocidade constante		
Informações	Compressor a parafuso com velocidade variável	Compressor com velocidade constante
Limite para alta temperatura do óleo	Sim	Não
Menor consumo de energia	Sim	Não
Controle do sistema através de CLP	Sim	Não
Capacidade de alterar rotação sem que perca o torque	Sim	Não
Partidas suaves e desacelerações suave	Sim	Não
Adequação da RPM relacionada a pressão de trabalho	Sim	Não
Menor temperatura do ar enviado para o consumo	Sim	Não
Menor custo de manutenção	Não	Sim

Preço mais acessível	Não	Sim
Dispensa mecanismo de separação ar-óleo	Não	Sim
Redução de impactos mecânicos	Sim	Não
Automação do sistema	Sim	Não

Fonte: Autor

A tabela 1 mostra algumas características observadas através das pesquisas realizadas, podendo ser visto uma serie de vantagens dos compressores a parafuso com velocidade variável.

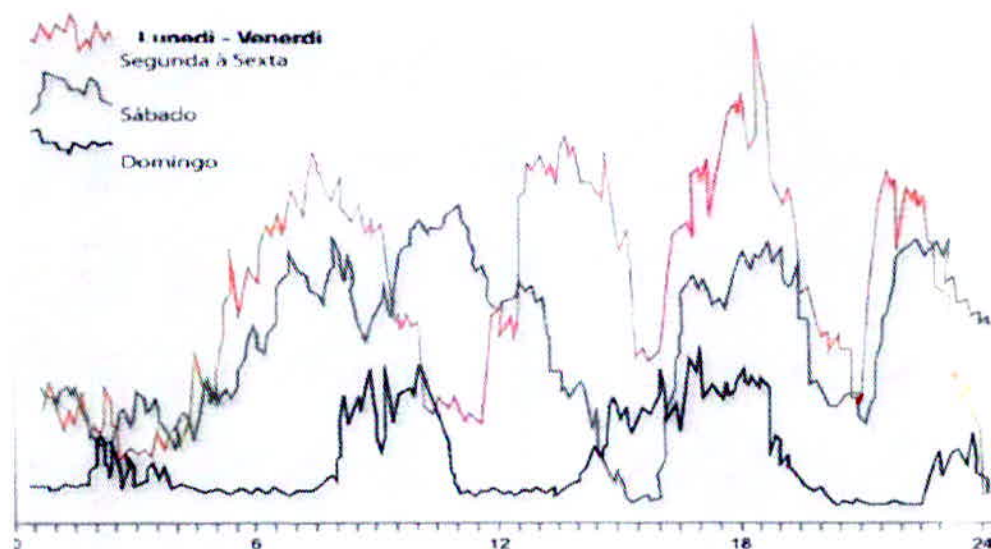
Figura 10 - Programa utilizado para calcular o consumo de energia



Fonte: Schulz, 2013.

De acordo com a figura 10, podemos observar um gráfico que representa um comparativo entre dois compressores um com velocidade variável outro com velocidade continua. No gráfico temos a relação entre meses que o compressor a parafuso com velocidade variável vai começar a dar retorno do investimento em relação à vazão que e dada em porcentagem. Neste programa são utilizados dados como preço do equipamento, custo de kW/h, horas/dias e dias/mês.

Gráfico 2- Representação do consumo de ar em uma empresa

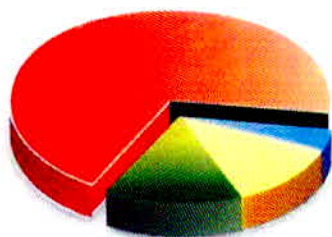


Fonte: Arpressi compressores, 2014

Através do gráfico 2, podemos analisar o consumo de ar de uma empresa que oscila bastante durante os dias e os horários trabalhados. Com um compressor trabalhando em uma velocidade constante seu consumo será máximo, pois o ar que não for utilizado será jogado fora quando o compressor atingir a pressão de alívio.

Gráfico 3: Gráficos realizando comparativo de consumo de energia

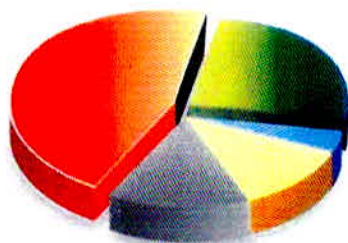
Compressor Velocidade Constante



até **38%**  
de economia de energia

Consulte o distribuidor Schulz mais próximo para mais informações.

Compressor Velocidade Variável



- Energia
- Investimento
- Manutenção
- Espaço
- Produção por hora

Fonte: Schulz, 2013.

## 7 CONCLUSÃO

Com este estudo pode-se concluir, do ponto de vista técnico, que se usado na faixa adequada o inversor de frequência é um equipamento capaz de proporcionar uma significativa economia de energia. Deve ser realizado um estudo antes de dimensionar o compressor para o local, pois em determinadas aplicações não se tem a necessidade de se ter um compressor deste. Um exemplo onde não há necessidade de se utilizar o compressor de com inversor frequência é quando sempre se utiliza a vazão máxima do compressor assim não havendo a necessidade de variar de velocidade.

Logo tendo em vista os aspectos observados podemos comprovar que o compressor a parafuso com velocidade variável possui uma serie de vantagens sobre os compressores com velocidades constantes como economia e energia, redução de impactos mecânicos devidos as suas partidas e desacelerações suaves, com a redução dos impactos afeta diretamente no numero de manutenções realizadas no equipamento.

Através da pesquisa feita conclui se que o compressor a parafuso com velocidade variável possui um custo mais elevado quando comparado ao compressor com velocidade constante, só que em um médio período de tempo ele pode começar a apresentar um retorno do investimento principalmente quando relacionado ao consumo de energia, devido ao seu sistema de funcionamento contínuo e podendo adaptar as rotações de acordo com a vazão que esta em trabalho, assim não desperdiçando energia.

É possível então afirmar que o emprego de novas tecnologias, como os inversores de frequência, tem grande importância para se alcançar a eficiência energética e o desenvolvimento sustentável.

## REFERENCIAS

MORO, C. F. **Acinamentos elétricas**. São Paulo: Érica, 2008.

ARPRESSI. **Compressores com inversor de frequência**. 2015. Disponível em: <<http://www.arpressi.com.br/capa.asp?idpagina=214>> Acesso em 7 out. 2015.

NASCIMENTO, G. **Comandos elétricos: teoria e atividades**. São Paulo: Érica, 2013.

DELTAMAQ. **Nossas máquinas**. Disponível em: <<http://www.deltamaq.com.br/maquinas/index/fornecedor/7>>. Acesso em: 9 out. 2015.

MAQUINAS. **A missão**. 2015. Disponível em: <[HTTP://maquinasmissao.blogspot.com.br/2013/05/compressores.html](http://maquinasmissao.blogspot.com.br/2013/05/compressores.html)>. Acesso em: 10 out. 2015.

MOREIRA, R. S. **Comparação e Viabilidade Técnica-Econômica em Condicionamento de ar: Compressor a pistão versus Compressor rotativo de velocidade variável**. Guaratinguetá, 2009.

GAMELES, Viviane; MUGGE, Tobias. **Pneumática básicas**. São Leopoldo: SENAI, 2008.

HARRY, Stewart. **Pneumática e hidráulica**. São Paulo: Érica, 2014.

SCHULZ COMPRESSORES. **Fundamentos da energia pneumática: princípios e aplicações**. São Paulo: Schulz, 2009. (Catalogo).

SCHULZ COMPRESSORES. **Soluções em ar comprimido: ar comprimido com maior eficiência**. São Paulo: Schulz, 2013. (Catalogo).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP). **Soft-Starter**: Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/softstarter.pdf> >. Acesso em: 12 out. 2015.

WEG MOTORES E AUTOMAÇÃO: **Catalogo informativo: motores alimentados por inversores**. São Paulo: WEG, 2008. (Catálogo).