



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS URUTAÍ
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

WERLLEY DA SILVA COSTA

**DETERMINAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE PARTIDA
ELÉTRICA DE MOTORES APLICADAS EM SISTEMAS DE
IRRIGAÇÃO**

**URUTAÍ, GOIÁS
2019**

WERLLEY DA SILVA COSTA

**DETERMINAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE PARTIDA
ELÉTRICA DE MOTORES APLICADAS EM SISTEMAS DE
IRRIGAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como exigência para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Dr. Débora Astoni Moreira

**URUTAÍ, GOIÁS
2019**



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Wendley da Silva Costa
 Matrícula: 2015101200640218
 Título do Trabalho: Determinação e avaliação dos sistemas de partida elétrica de motores aplicadas em sistemas de irrigação.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 25/01/21
 O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
 O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Wendley 19/01/21
 Local Data

Wendley da Silva Costa
 Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Delson Fátima Pereira
 Assinatura do(a) orientador(a)

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

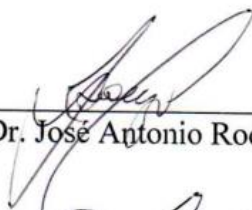
ALUNO: Werlley Da Silva Costa

ORIENTADORA: Profª. Drª. Débora Astoni Moreira

Aprovado pela Comissão Examinadora



Profª. Drª. Débora Astoni Moreira



Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza



Me. Carlos Bispo de Oliveira

Data da Realização: 31 de outubro de 2019

SUMÁRIO

Resumo:	6
Abstract:	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. METODOLOGIA	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
3.1. Sistema de partida de motores elétricos.....	9
3.2. Partida direta	9
3.3. Partida estrela-triângulo.....	10
3.4. Partida com chave compensadora ou auto-trafo compensador.....	11
3.5. Partida suave (soft-starter)	12
3.6. Partida com inversores de frequência	13
3.7. Geradores	14
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS	19

DETERMINAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE PARTIDA ELÉTRICA DE MOTORES APLICADAS EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Resumo: A utilização de energia elétrica no meio rural tem aumentado significativamente nos últimos anos e se tornando indispensável à modernização da agricultura e a própria sobrevivência no campo. O objetivo deste trabalho foi determinar os diferentes tipos de partida de motores elétricos utilizados em sistemas de irrigação, mostrando assim suas respectivas características e funcionamento. Em sua metodologia, estudar, comparar e analisar os conceitos básicos utilizados na partida/ligação de motores elétricos utilizados para acionamento de sistemas de irrigação. Estima-se que 20% da água e 30% da energia consumidas durante o processo de irrigação poderiam ser economizadas apenas com a realização de um manejo adequado. Para isso, medidas simples como a determinação da quantidade de água a ser aplicada, o momento de sua aplicação, a seleção do método de partida de motores e a escolha das tarifas energéticas assumem papel fundamental para a redução dos custos de produção.

Palavras-chave: agricultura, custos de produção, modernização.

Abstract: The use of electricity in rural areas has increased significantly in recent years and has become indispensable for the modernization of agriculture and the very survival in the countryside. The objective of this work was to determine the different starting types of electric motors used in irrigation systems, thus showing their respective characteristics and operation. In its methodology, study, compare and analyze the basic concepts used in the starting / starting of electric motors used to drive irrigation systems. It is estimated that 20% of the water and 30% of the energy consumed during the irrigation process could be saved only through proper management. For this, simple measures such as determining the amount of water to be applied, the timing of its application, the selection of the engine starting method and the choice of energy tariffs play a key role in reducing production costs.

Keywords: agriculture, production costs, modernization.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de energia elétrica no meio rural tem aumentado significativamente nos últimos anos e se tornando indispensável à modernização da agricultura e a própria sobrevivência no campo. Todavia, sua baixa disponibilidade e confiabilidade, associada aos elevados custos são considerados fatores limitantes à expansão da agricultura irrigada, uma vez que reajustes tarifários acima da inflação têm se tornado uma tendência na maior parte do no Brasil.

As partidas elétricas dão início ao funcionamento de motores, por sua vez, este, é um evento que necessita planejamento e manutenção. Do contrário, há diminuição da eficiência energética deste e gastos desnecessários, podendo ocasionar inclusive problemas nas instalações (Souza et al., 2017).

Segundo Barros et al. (2010) 46% de energia gerada no Brasil é consumida nas indústrias e, deste total, 68% é utilizada para acionamento de motores elétricos. Estes motores necessitam de meios que permitam suas partidas sem prejuízo para os alimentadores já que demandam valores de correntes elevadas.

Diante deste cenário, muitos agricultores têm buscado alternativas para racionalizar o uso da energia sem, contudo, afetar a produtividade das lavouras. Estima-se que, se a irrigação fosse realizada de forma racional, seria obtida economia em cerca de 20% na aplicação de água e outros 10% na otimização dos equipamentos (Filho, et al., 2005).

Dessa forma, medidas simples, que antes eram relegadas a segundo plano, assumem papel fundamental para a redução dos custos de produção. Além da aplicação de água na quantidade e no momento exato, o sistema de acionamento de motores elétricos é outro aspecto de grande importância do ponto de vista da eficiência energética, já que alguns sistemas desperdiçam energia durante a partida do motor, provocando aquecimento excessivo e comprometendo sua vida útil (Praxedes, 2011). A seleção do método adequado de partida, associado ao escalonamento na ligação de motores elétricos, iniciando pelos de maior potência, contribui sobremaneira para redução dos custos (Souza, 2019).

Para tanto, objetivou-se com este trabalho determinar os diferentes tipos de partida de motores elétricos utilizados em sistemas de irrigação, mostrando assim suas respectivas características e funcionamento.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho, consiste, em sua metodologia, estudar, comparar e analisar os conceitos básicos utilizados na partida/ligação de motores elétricos utilizados para acionamento de sistemas de irrigação. No qual, visa mostrar as melhorias proporcionadas em cada tipo de partida do motor e sua determinada eficiência de uso. São utilizados alguns cálculos, que consistem em modelos matemáticos que mostram quão eficiente é o sistema de partida de acionamento da irrigação, para diagnosticar qual o melhor sistema de partida de motores elétricos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Sistema de partida de motores elétricos

Durante a partida, os motores solicitam da rede elétrica uma corrente que é cerca de 5 a 7 vezes maior do que a corrente nominal de funcionamento a plena carga. Posteriormente, à medida que o motor vai superando a inércia (resistência da carga) e aumentando a rotação, esta corrente vai reduzindo até chegar ao valor de regime permanente.

Essa elevação na corrente não tem influência significativa nos custos de demanda (kWh), já que o período em que ela ocorre é muito curto (cerca de 0,5 a 10 segundos) em relação ao tempo de integralização dos medidores (15 minutos). Todavia, tem efeito nos custos de consumo (kWh), reduz a vida útil do motor, aumenta os custos operacionais e de manutenção, bem como eleva os custos com elementos condutivos e de proteção, já que devem ser dimensionados em função desta alta corrente, evitando-se distúrbios operacionais tais como quedas de tensão, cintilação das lâmpadas, atuação indevida de sistemas de proteção etc.

Para evitar estes inconvenientes, algumas concessionárias proíbem a utilização de motores com partida direta acima de uma determinada potência. Outras, apenas se limitam na imposição da relação entre corrente de partida e a corrente nominal (I_P/I_N), em função da potência dos motores.

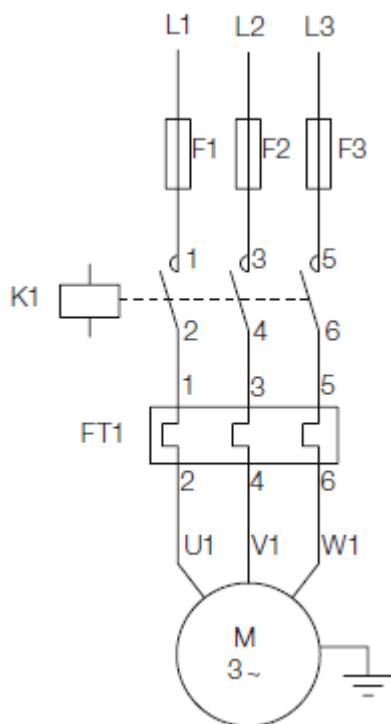
De um modo geral, não existem sistemas de partida melhores ou piores. A escolha deve ser realizada a partir da verificação das limitações da instalação elétrica, das características da carga acoplada ao motor, do plano de manutenção desejado, do capital inicial disponível etc. A seguir, são apresentados os principais métodos de partida para motores elétricos.

3.2. Partida direta

É o método mais simples de partida e de menor custo, onde o motor é ligado diretamente à rede, fazendo com que parta com as suas características nominais, sofrendo interferência apenas dos dispositivos de seccionamento (contatores, disjuntores, chaves interruptoras ou relé térmico). Geralmente é utilizada para o acionamento de pequenos

motores (monofásicos até 10 cv e trifásico até 5cv, dependendo da concessionária) e que partam a vazio (sem carga).

Neste tipo de acionamento, tem-se elevada corrente de partida (5 a 7 vezes a corrente nominal do motor), que pode provocar queda de tensão na rede de alimentação, interferindo no funcionamento de equipamentos e provocar desgaste mecânico e maior consumo energético. Neste caso, é necessário superdimensionar os dispositivos de conexão e proteção, bem como limitar o número de manobras. Entretanto, desde que o sistema esteja dimensionado para suportar este pico de corrente na partida e seja permitida pela concessionária, a partida direta será a melhor alternativa do ponto de vista intrínseco do motor, já que parte com plena tensão, fornecendo o máximo de conjugado de partida (torque) e a máxima aceleração.



Roteiro de Cálculo.

- Contator: $K1 \rightarrow I_e \geq I_N \times 1,15$
 - Relé de Sobrecarga: $FT_1 \rightarrow I_N$
 - Fusíveis de Força: F1, F2, F3
- Com a corrente de partida [$I_P = (I_P / I_N) \times I_N$] e o tempo de partida ($T_P = 5s$), consultar a curva característica do fusível e obter o fusível indicado pela referida curva.
- $I_F \geq 1,20 \cdot I_N$
 - $I_F \leq I_{F\text{ Máx}} \times K_1$
 - $I_F \leq I_{F\text{ Máx}} \times FT_1$

Figura 1. Diagrama de potência para partida direta e roteiro de cálculo.
Fonte: WEG

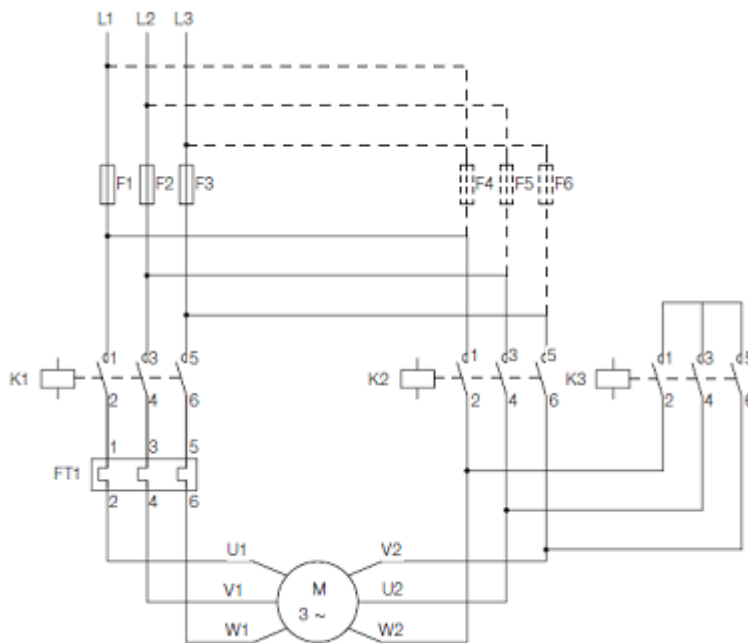
3.3. Partida estrela-triângulo

Indicada para motores monofásicos acima de 10 cv e trifásicos acima de 5 cv, que partem a vazio (sem carga) ou com baixo conjugado da carga, tais como ferramentas agrícolas, bombas hidráulicas etc e, que apresentam seis terminais de ligação, com dupla tensão, sendo que tensão fornecida pela concessionária deve ser

igual à tensão de triângulo do motor.

Neste sistema, uma chave estrela-triângulo, que pode ter acionamento automático ou manual, reduz a tensão aplicada em 58% ($\sqrt{3}$ vezes) no momento do acionamento do motor, provocando uma redução na corrente de partida e no conjugado de partida em 1/3 dos valores em plena tensão.

O acionamento do motor é feito ligando-o, inicialmente, com a chave na configuração estrela até que alcance 90% da rotação nominal (cerca de 3 a 40 segundos). Em seguida esta conexão é desfeita e executada a configuração em triângulo, fazendo com que a tensão nominal seja aplicada nos enrolamentos, dando plena capacidade de carga ao motor.



Roteiro de cálculo dos componentes do circuito:

- Contatores $K_1 = K_2 \rightarrow I_e \geq (0,58 \times I_N) \times 1,15$

Contator $K_3 \rightarrow I_e \geq (0,33 \times I_N) \times 1,15$

- Relé de sobrecarga FT1 $\rightarrow 0,58 \times I_N$

- Fusíveis de Força: F_1, F_2, F_3

- Com a corrente de partida [$I_P = (I_P / I_N) \times I_N \times 0,33$] e o tempo de partida ($T_P = 10$ s), consultar a curva característica do fusível e obter o fusível indicado pela referida curva.

- $I_F \geq 1,20 \times I_N$

- $I_F \leq I_{F\text{Máx}} \times K_1 \times K_2$

- $I_F \leq I_{F\text{Máx}} \times FT_1$

Figura 2. Diagrama de potência para partida com chave estrela-triângulo e roteiro de cálculo.

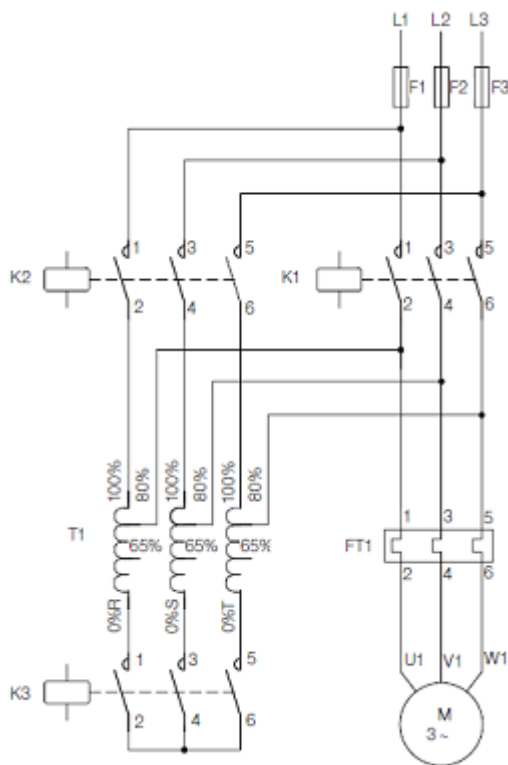
Fonte: WEG

3.4. Partida com chave compensadora ou auto-trafo compensador

É indicado para motores com potência elevada (monofásicos acima de 10 cv e trifásicos acima de 5 cv), que partem com cargas de alto índice de atrito, tais como

motores para bombas hidráulicas, e onde a utilização das chaves estrela-triângulo não podem ser aplicadas.

Seu funcionamento se baseia em aplicar uma tensão reduzida ao motor durante a partida, que é obtida por meio de autotransformador ligado em série com as bobinas do motor. Essa variação de tensão, e por consequência, da corrente, depende do TAP (nome dado a saída de tensão do autotransformador) em que estiver ligado o autotransformador. Os TAPS de 50%, 65% e 80% sofrerão reduções na corrente de partida de 25%, 42% e 65%, respectivamente.



Roteiro de Cálculo.

- Contadores: $K_1 \rightarrow I_e \geq I_N \times 1,15$

- $K_2 \rightarrow I_e \geq (\text{Tap}^2 \times I_N) \times 1,15$

- $K_3 \rightarrow I_e \geq (\text{Tap} - \text{Tap}^2) \times I_N \times 1,15$

- Relé de Sobrecarga: $FT_1 \rightarrow I_N$

- Fusíveis de Força: F1, F2, F3

- Com a corrente de partida [$I_P = (I_P / I_N) \times I_N \times \text{Tap}_2$] e o tempo de partida ($T_P = 15 \text{ s}$), consultar a curva característica do fusível e obter o fusível indicado pela referida curva.

- $I_F \geq 1,20 \times I_N$

- $I_F \leq I_{F \text{ Máx}} \times K_1$

- $I_F \leq I_{F \text{ Máx}} \times FT_1$

Figura 3. Diagrama de potência para partida com chave compensadora e roteiro de cálculo.

Fonte: WEG

3.5. Partida suave (soft-starter)

Indicada para motores que partem a vazio (sem carga) ou com conjugado da carga baixo, tais como utilizados em bomba hidráulica, substituindo qualquer outro método utilizado como regulação de partida. Podem ser aplicados a motores monofásicos ou trifásicos nas mais diversas potências e podem ser interligadas à computadores.

As soft-starters são chaves de partidas estáticas microprocessadas, projetadas para controlar a aceleração e frenagem do motor, transferindo energia de forma gradual, suavizando a aceleração, reduzindo os trancos e golpes nos componentes mecânicos e sobrecarga na rede elétrica durante a partida. Em virtude desta diminuição da tensão e, conseqüentemente, da corrente de partida (cerca de 2 a 3 vezes em relação a corrente nominal), uma economia de energia significativa pode ser observada, sobretudo para os motores que operam com carga de até 50% da potência do motor.

São compostas por um conjunto de tiristores ligados em posição antiparalelo, cujo ajuste do ângulo de disparo de cada par de tiristor, controla a tensão no motor e, conseqüentemente, o torque e corrente às necessidades da carga, exigindo-se o mínimo de corrente para acelerar a carga, sem mudanças de frequência. Costumam funcionar com a tecnologia chamada *by-pass*, a qual, após o motor partir e receber toda a tensão da rede, liga-se um contator que substitui os módulos de tiristores, evitando sobreaquecimento dos mesmos.

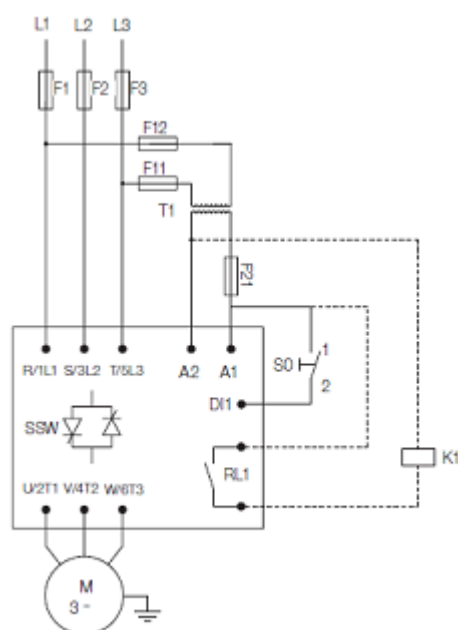


Figura 4. Diagrama de potência para partida com chave soft-starter.

Fonte: WEG

3.6. Partida com inversores de frequência

Inversores ou conversores de frequência são dispositivos estáticos

microprocessados que convertem a tensão da rede alternada senoidal em tensão contínua de amplitude e frequência constantes e, finalmente a converte em uma tensão de amplitude e frequência variável. Podem ser aplicados a motores monofásicos ou trifásicos nas mais diversas potências, que partam a vazio ou em plena carga.

Essa variação de frequência da tensão proporciona o ajuste da velocidade do motor e do conjugado à carga, aumentando-se a eficiência energética (redução no consumo de 15 a 33%). Além disto, proporciona variação e controle de vazão e fluxo, que eram feitos por polias e variadores hidráulicos. Os inversores também atuam como dispositivos de proteção para os mais variados problemas de rede elétrica, tais como desbalanceamento entre fases, sobrecarga, queda de tensão etc.

Quando se pretende apenas ter uma partida suave, sem a necessidade de variação da velocidade do motor, prefere-se a partida soft-starter em relação ao inversor de frequência.

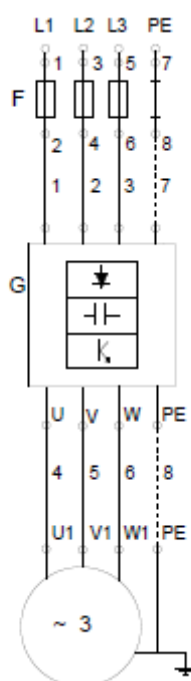


Figura 5. Diagrama de potência para partida com conversor de frequência.
Fonte: WEG

3.7. Geradores

Praticamente indispensável na atualidade, a energia elétrica é responsável por suprir necessidades básicas da sociedade. Além de fundamental para a manutenção de atividades básicas como a irrigação, manejo e tratamento de animais em sistema de confinamento, beneficiamento de produtos entre outros, a energia elétrica é fator chave

para a sobrevivência da família no campo.

Para a maioria dos produtores rurais, as falhas no fornecimento, as elevadas tarifas e até mesmo a falta de redes de energia eficientes tem se tornado problemas recorrentes, o qual tem efeitos diretos na produção. Dessa forma, o uso de geradores de energia tem se tornado um equipamento cada vez mais necessário para a manutenção da produtividade no campo e redução dos custos, principalmente no horário de ponta, quando a tarifa energética é mais cara.

Geradores elétricos ou conversores elétricos, são aparelhos que convertem diversas formas de energia em energia elétrica e são classificados pela forma como produzem (convertem) a energia em geradores químicos, luminosos, térmicos e mecânicos.

O gerador químico é aquele capaz de converter a energia gerada nas reações químicas em energia elétrica, como é o caso das pilhas, baterias e células de combustível. Geralmente, não são utilizados como fontes de energia para consumos de alta potência ou tensão, já que a tecnologia de armazenamento energético em grande escala ainda é muito cara e pouco explorada.

Um gerador luminoso é aquele que capta a irradiação solar por meio de um semicondutor e a converte em energia elétrica, a exemplo das placas solares. Geralmente o semicondutor utilizado é o silício, que possui alto valor de mercado, encarecendo a fabricação deste tipo de gerador. Apresenta a vantagem de não possuir custos com matéria prima, uma vez que utiliza a irradiação solar, bem como a facilidade de implantação das placas solares.

Geradores térmicos são aqueles capazes de converter energia do efeito joule diretamente em energia elétrica. Já os geradores mecânicos, como o nome sugere, utilizam a energia mecânica para ativar um gerador e produzir energia elétrica.

O gerador mais utilizado e eficiente no mercado é o gerador do tipo mecânico, que utiliza as diversas fontes de energia mecânica, variando desde a combustão (com combustíveis fósseis ou orgânicos), forças externas (como o vento e água) até fluidos aquecidos, cujo vapor gera o movimento mecânico necessário para a atividade.

Para a seleção adequada de um gerador, fatores como potência, tamanho, fontes de energia e manutenção, são fatores que devem ser considerados. A potência está relacionada com as quantidades de cargas que o gerador terá que manter em funcionamento simultâneo. O tamanho está relacionado com a portabilidade e potência, visto que pequenos geradores têm maior facilidade de transporte, todavia podem não

suprir a demanda desejada. Quanto a fonte de energia, geralmente a escolha se limitam aos modelos movidos à gasolina ou diesel. Já a manutenção está relacionada com os custos financeiros diretos ou até mesmo com a interrupção das atividades.

Geradores à diesel apresentam maiores dimensões e potências, produzem mais ruído, requerem menos manutenção, consomem menor combustível por quilowatt de energia produzido e tem menor custo de aquisição do que os geradores à gasolina. De um modo geral, os geradores a diesel são mais indicados para fornecimento de energia em instalações e equipamentos de uso diário, por ser mais resistente e ter o combustível mais barato, pagando o investimento.

Como na geração de energia elétrica ocorre grandes oscilações de tensão, para utilização de equipamentos sensíveis, se faz necessário utilizar reguladores de tensão ou AVR (Automatic Voltage Regulator). Caso seja necessário a utilização de no-breaks, recomenda-se que eles tenham dupla ou tripla conversão, sendo menos sensíveis a oscilação de tensão.

Para dimensionar um grupo motor-gerador, inicialmente é necessário determinar a carga a ser fornecida, definindo se o conjunto irá atender a todas as cargas da propriedade ou apenas parte delas. Posteriormente, determina-se a potência que será consumida por cada ponto de consumo atendido pelo grupo motor-gerador.

A potência consumida em cada ponto de consumo é determinada fazendo-se o somatório das potências de todas as cargas, em Watts (potência útil). O gerador deverá apresentar uma potência, em kVA, equivalente ao somatório das potências de todas as cargas. A seguinte equação é utilizada:

$$\text{Potência do gerador (kVA)} = \text{somatório das potências das cargas (watt)} / 1.000 \times \text{fator de potência}$$

Se o grupo motor-gerador for monofásico o fator será igual a 1 e será igual a 0,8 para grupos motores-geradores trifásicos. Para converter potência de motores de cv para watt, basta multiplicar a potência em cv por 736 e, de hp para watt, multiplicar por 746.

A potência do motor, em cavalo-vapor (cv), que irá acionar o gerador é obtida pela seguinte equação:

Potencia motor (cv) = somatório da potência das cargas (watt) / 7,36 x rendimento motor (%)

O valor do rendimento do motor varia entre 60 a 75%.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por tecnologias que permitam obter maior produtividade de grãos tem estimulado o interesse pela irrigação, pois proporciona aumento de produtividade na lavoura, mesmo em condições climáticas adversas. Todavia, trata-se de uma técnica de elevado custo, demandando um bom planejamento, visto que pode se tornar um processo tão oneroso que pode inviabilizar a sua utilização.

Essa tecnologia pode representar tanto aumento de produtividade como aumento dos custos de produção, independentemente do método utilizado. Considerando que os custos de investimento e operação em sistemas de irrigação são elevados, é importante que o dimensionamento do conjunto motobomba e da tubulação, sejam feitos considerando-se critérios econômicos e não puramente hidráulicos.

Estima-se que 20% da água e 30% da energia consumidas durante o processo de irrigação poderiam ser economizados apenas com a realização de um manejo adequado. Para isso, medidas simples como a determinação da quantidade de água a ser aplicada, o momento de sua aplicação, a seleção do método de partida de motores e a escolha das tarifas energéticas assumem papel fundamental para a redução dos custos de produção.

REFERÊNCIAS

- BARROS, Benjamim Ferreira de; BORELLI, Reinaldo; GEDRA, Ricardo Luis. **Gerenciamento de energia: ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica**. São Paulo-SP: Érica Ltda., 2010.
- CARVALHO, J. A.; BRAGA JÚNIOR, R. A.; REIS, J. B. R. S. Análise de custos na escolha do tipo de motor para acionamento de bombas em áreas irrigadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.4, n.2, 2000.
- FILHO, D. O.; FERENC. C. H. R.; TEIXEIRA, C. A.; DIAS, G. P.; MILAGRES, R. C.; PONTES, C. R. Uso de motores monofásicos acoplados mecanicamente em série, em irrigação por pivô central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.139-144, 2005.
- PRAXEDES, M. F. **A evolução dos sistemas de partida dos motores elétricos trifásicos – MIT**. Universidade São Francisco, Itatiba, 2011.
- SOUZA, J. **Aprenda a economizar energia na irrigação usando motor elétrico**. Safra Irrigação, 2019. Disponível em: <<https://www.safrairrigacao.com.br/materia/saiba-economizar-energia-na-irrigacao-com-motor-eletrico>>. Acesso em: 22 de outubro de 2019.
- SOUZA, M. O.; JESUS, J. O.; LIMA, E. P.; FILHO, A. C.; OLIVEIRA, I. N. ANÁLISES DAS CORRENTES DE PARTIDA DE UM MOTOR TRIFÁSICO ACIONADO POR CHAVE CONVENCIONAL E POR INVERSOR DE FREQUÊNCIA. **Ciências exatas e tecnológicas**, Maceió, v. 4, n. 1, p. 51-62, Maio de 2017.
- WEG – **Guia de Seleção de Partidas**. Disponível em <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-guia-de-selecao-de-partidas-50037327-manual-portugues-br.pdf>> Acesso em 22 out. 2019.