

IMPLEMENTAÇÃO DE UM CONTROLADOR ELETRÔNICO PARA SELEÇÃO DE DIFERENTES FORMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS

**Gabriel V. Freitas¹, Fabiano Utzig¹, Vitor C. Bender¹, Wilson Dill¹,
Robinson F. de Camargo²**

*¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica – UNIJUÍ, Ijuí, RS
e-mail: gabriel.eng@saur.com.br, fabianoug@yahoo.com.br, vitor_808@hotmail.com,
diretoria@widitec.com*

*² Professor do Curso de Engenharia Elétrica – UNIJUÍ, Ijuí, RS
e-mail: robinson.camargo@unijui.edu.br*

Resumo. *O Controlador Eletrônico para seleção de diferentes formas de Geração de Energias Alternativas tem por objetivo principal monitorar a rede elétrica e a velocidade de um grupo motor-gerador, fazendo uma comparação dos dois sinais, se os resultados da comparação forem adequados é realizando o acionamento de um determinado sistema para geração de energia alternativa.*

Este monitoramento é feito através da utilização de flip-flops (FF), onde estes têm como função realizar a divisão da frequência da rede, gerada através de um transistor, e a frequência medida por um sensor indutivo, instalado no eixo do grupo motor-gerador, após comparar os sinais de frequência da rede elétrica e da frequência de rotação do grupo motor-gerador, se a frequência estiver adequada para a geração de energia elétrica então é acionado o grupo motor-gerador.

O dispositivo foi desenvolvido para trabalhar com 4 tipos de fontes de energias alternativas: Gás Metano, Biodiesel, Força Hídrica e Força Eólica.

1. INTRODUÇÃO

A energia tem sido através da história a base do desenvolvimento das civilizações. Nos dias atuais são cada vez maiores as necessidades energéticas para a produção de alimentos, bens de consumo, bens de serviço e de produção, lazer, e

finalmente para promover o desenvolvimento econômico, social e cultural.

Atualmente, a maioria das necessidades de energia são obtidas através da queima de combustíveis fósseis como o carvão, petróleo e gás. A cada dia são liberadas milhões de toneladas de óxido nítrico, dióxido sulfúrico, monóxido de carbono e poeira assim como bilhões de toneladas de dióxido de gás carbônico aumentando assim o efeito estufa.

A procura por energias menos poluentes e com preço acessível, que tragam menores gastos a uma empresa, indústria ou residência é uma realidade, a necessidade de economizar surgiu há pouco tempo devido a ocorrência de racionamentos e até a falta de energia elétrica, configurada pelo chamado “apagão” ocorrido nos sistemas de energia.

Em consideração aos fatos mencionados, vem crescendo no mercado a produção de equipamentos que tem como objetivo economizar energia elétrica e reaproveitá-la minimizando danos ambientais, assim como fazer uso de energias alternativas para a sua geração.

O Controlador Eletrônico para Seleção de diferentes formas de Geração de Energias Alternativas foi projetado para poder ser utilizado em quatro tipos básicos de geração de energia elétrica definidas como:

1.1 Geração através do Gás Metano

O gás metano é produzido pela decomposição de matéria orgânica e

normalmente não é aproveitado, perdendo-se na atmosfera [1]. A sua perda na atmosfera colabora para o efeito estufa, ele pode ser usado em motores movidos a gás metano como força mecânica para o controlador eletrônico.

1.2 Geração através do Biodiesel

Biodiesel é uma alternativa aos combustíveis derivados do petróleo, ele é fabricado a partir de fontes renováveis (girassol, soja, mamona) [2].

A utilização de um motor a biodiesel aliada ao controlador eletrônico torna-se mais viável.

1.3 Geração Hidroelétrica

Apesar de ser considerada uma forma bastante limpa de produção de energia, a geração hidroelétrica também traz uma série de impactos ambientais e sociais, o controlador eletrônico foi projetado com o objetivo de atender o pequeno produtor, ou seja, para tornar possível o aproveitamento de pequenas quedas d'água em uma propriedade rural, por exemplo.

1.3 Geração Eólica

A energia eólica é a energia que provém do vento, ou seja, ar em movimento. A energia eólica é hoje considerada uma das mais promissoras fontes naturais. Com a utilização do controlador eletrônico os custos de um sistema de geração eólico são bem mais baixos que os normais porque não necessitam da construção de grandes estruturas e de grandes espaços geográficos.

2. O CONTROLADOR

O Controlador Eletrônico para Seleção de diferentes formas de Geração de Energias Alternativas é constituído basicamente por duas partes, o circuito de

potência conforme a figura 1 e o circuito de controle.

2.1 Circuito de Potência

O circuito de potência é formado pelo grupo motor-gerador, sensores, inversor de frequência e o sistema de proteção.

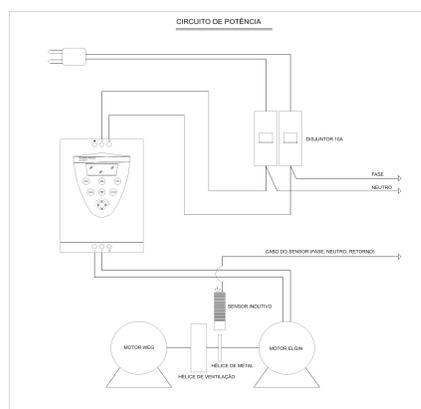


Figura 1 – Circuito de potência.

Para a construção do circuito de potência foram utilizados dois disjuntores de proteção que são ligados diretamente à rede elétrica. Posteriormente um inversor de frequência foi utilizado para poder simular a presença de uma força mecânica no protótipo, tal força pode ser proveniente de motores a gás metano e biodiesel, uma turbina hidráulica ou pás eólicas.

Ligado a este inversor de frequência está um grupo motor-gerador, o qual é utilizado para transformar a energia mecânica em energia elétrica. Acoplado ao grupo motor-gerador está a força mecânica proveniente das fontes de energia alternativa citadas anteriormente.

Além disso, é necessário fazer um sensoriamento da frequência de rotação deste grupo motor-gerador, onde no mesmo devem ser instaladas hélices de metal, é necessária a instalação de duas ou mais hélices, pois devido a um fenômeno mecânico, uma hélice sozinha irá ocasionar o desbalanceamento do eixo do motor, para isso foram instaladas no eixo do motor duas hélices de metal que proporcionam uma face sensora para que seja possível uma leitura mais precisa da

freqüência de rotação do motor-gerador realizada por um sensor indutivo. O sensor indutivo enviará as informações sensoreadas para um circuito de controle segundo mostrado na figura 2.



Figura 2. Foto do circuito de potência.

2.2 Circuito de Controle

O circuito de controle é o local onde são processados os dados retirados do meio externo, ou seja, é no circuito de controle que chegam as informações medidas pelo sensor indutivo e também a medida da freqüência da rede elétrica.

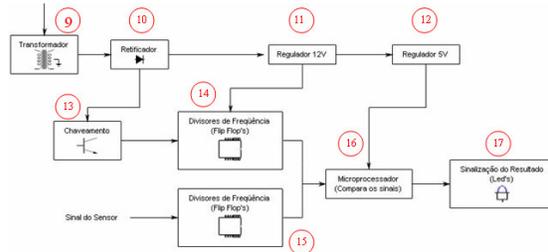


Figura 3. Diagrama de blocos do circuito de controle.

Este circuito é formado basicamente por nove grupos de elementos principais como visto na figura 3, primeiramente é utilizado um transformador que tem como tensão de primário 220 V, e de secundário 30 V que podem ser divididos em duas partes de 7,5 V e uma parte de 15 V.

Ligado ao transformador existe um retificador, para implementação do retificador foram utilizados três diodos tipo

1N4007 e um capacitor eletrolítico de 470 μF e 63 V, ligados ao circuito retificador tem-se um regulador de tensão para 12 V tipo 7812 que tem como função regular e estabilizar a tensão em 12 V para alimentar os CI's de flip-flops tipo D, conectado a este regulador de 12 V encontra-se um regulador de 5 V tipo 7805 que tem como função estabilizar e regular a tensão em 5 V para alimentar o microcontrolador.

Juntamente ao circuito retificador é conectado um circuito de chaveamento onde é utilizado um transistor BC337 NPN que possibilita a geração de uma onda quadrada. Esta freqüência gerada é de 60 Hz.

Posteriormente ao circuito de chaveamento encontram-se os dois circuitos divisores de freqüência. No projeto do circuito eletrônico, há uma divisão de freqüências aplicada ao sinal vindo da rede elétrica e ao sinal vindo do sensor indutivo. Foi usado um CI HEF4013BP para o tratamento do sinal da saída do sensor indutivo e dois CI's HEF4013BP para tratamento do sinal que provêm da rede elétrica. Cada CI é formado por dois flip-flops (FF's) do tipo D. A seguir segue esquema proposto na folha de dados do CI para que os FF's trabalhem como divisor de freqüência. Os FF's dividem o sinal de entrada por 2^n , onde "n" é o número de flip-flops[3].

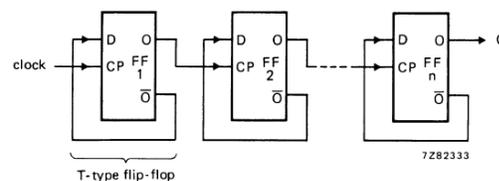


Figura 4. Esquema para divisores de freqüência.

Considerando o circuito que divide a freqüência da rede elétrica sabe-se previamente que a freqüência do sinal de entrada no primeiro FF é a mesma da rede, 60 Hz, que em rotações por minuto é igual a 3600 rpm. Como cada FF divide a freqüência por dois, tem-se na saída do segundo, do terceiro e do quarto FF, 30 Hz (1800 rpm), 15 Hz (900 rpm), 7,5 Hz (450 rpm) e 3,75 Hz (225 rpm), respectivamente.

No projeto do circuito de controle foram projetados jumpers conectados a cada saída de FF, este jumper serve para o usuário do controlador escolher que frequência irá comparar com o sinal vindo do sensor indutivo. Também foi definido no projeto do circuito alguns valores junto a cada jumper. Estes valores foram colocados para facilitar a escolha das frequências. Estes valores não indicam as frequências das saídas dos flip-flops, mas servem para identificar uma determinada frequência de rotação de placa através de jumpers, esta rotação é em rpm (rotações por minuto) do motor que se deseja utilizar juntamente com o gerador. Por exemplo, considerando um motor onde deseja-se gerar energia elétrica com valor de placa de 1800rpm, é necessário saber quando ele irá atingir esta rotação para que seja ligado à rede elétrica. Para isso basta ligar o jumper, que é identificado pelo valor 1800 rpm. Assim, quando acender o led verde no sistema de sinalização, significa que o motor alcançou a velocidade de 1800 rpm conforme circuito de controle da figura 5.



Figura 5. Foto do circuito de controle.

Agora considerando o circuito que divide a frequência vinda do sensor indutivo, há um CI HEF4013BP para tratamento do sinal do sensor. A frequência do sinal de entrada no primeiro FF é o dobro da frequência de rotação do motor, visto que há uma hélice de metal de duas pás acoplada ao eixo do motor, induzindo um sinal de frequência dobrada no sensor indutivo. A frequência do sinal vindo do sensor é dividida por dois na saída do primeiro flip-flop e dividida por dois novamente na saída do segundo flip-flop.

Após o tratamento dos dois sinais, eles são comparados pelo PIC 12F675. Através de uma rotina o PIC consegue contar os períodos de cada sinal e compará-los. No microcontrolador é feita esta comparação dos sinais da frequência da rede com os sinais da frequência de rotação do motor. Para tanto é apresentado na figura 6 a rotina de programação configurada no PIC.

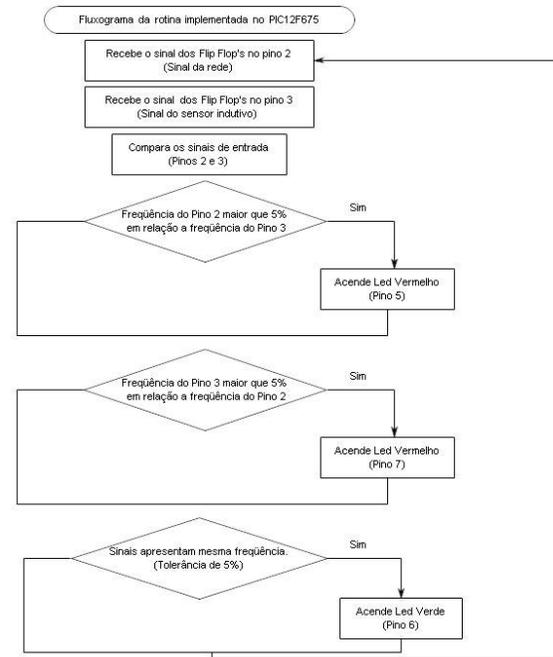


Figura 6. Fluxograma da rotina para programação em C.

Posteriormente ao circuito comparador encontra-se o sistema de sinalização que é composto por três led's, dois deles na cor vermelha e um deles na cor verde, e três resistores de 1 kΩ, os led's tem a função de sinalizar ao usuário como está a velocidade de rotação do motor-gerador, no caso quando o led vermelho inferior é aceso indica que a velocidade de rotação do motor-gerador está baixa, quando o led vermelho superior é ligado é porque a frequência de rotação do motor-gerador está alta em comparação com a frequência da rede elétrica, porém quando o led verde é ligado à velocidade está adequada, o que indica que a velocidade está nos parâmetros necessários para que a energia possa ser gerada com 60 Hz de frequência.

2.3 Implementação Prática

Até o momento apenas descreveu-se o protótipo do Controlador Eletrônico para Seleção de diferentes formas de Geração de Energias Alternativas. Porém para ser instalado em condições reais de funcionamento devem ser feitas algumas modificações e observações, entre elas vale lembrar que o circuito de potência como citado anteriormente é responsável pela parte de geração de energia propriamente dita.

O motor que compõe o dispositivo deve ser um motor assíncrono trifásico, pois é um equipamento de baixo custo, comparado com um gerador síncrono, e quando acionado com uma velocidade superior à sua velocidade síncrona, o mesmo injeta corrente elétrica na rede em que está ligado.

Este motor é uma variável que depende de três fatores principais: potência a ser gerada, tensão da rede a ser instalado e rotação.

A rotação do motor-gerador é um fator muito importante, pois depende do tipo de fonte alternativa de geração em que se deseja ligar o dispositivo. Cada tipo de fonte possui uma rotação característica, e é justamente desta rotação que depende a definição do grupo motor-gerador.

É preciso, porém utilizar uma contatora de automação que tem por função interligar o motor-gerador a rede elétrica quando as condições forem favoráveis para a geração da energia elétrica.

3. TESTES

Para a verificação de funcionamento foram realizados alguns testes no protótipo, relacionando as frequências provenientes da rede e as frequências provenientes do grupo motor-gerador, dependendo do tipo de força mecânica utilizada.

A realização dos testes foi feita com diversas frequências, modificadas pelo

inversor de frequência utilizado no circuito de potência para comprovar o funcionamento do controlador, assim quando é variada a velocidade observa-se o comportamento dos led's. A tabela 1 apresenta os resultados experimentais dos testes realizados.

Tabela 1. Resultados dos testes.

Inversor 60 Hz. (com J2 fechado)				
Sensor	P1	62,5Hz	3750rpm	Led verde aceso
	P3	31,25Hz	1875rpm	
	P4	15,62Hz	937rpm	
Rede	P5	61Hz	3660rpm	
	P7	30,5Hz	1830rpm	
	P8	15,25Hz	915rpm	

Inversor 32 Hz. (com J3 fechado)				
Sensor	P1	31,3Hz	1878rpm	Led verde aceso
	P3	15,65Hz	939rpm	
	P4	7,8Hz	468rpm	
Rede	P7	30,5Hz	1830rpm	
	P8	15,25Hz	915rpm	
	P10	7,6Hz	457rpm	

Inversor 21 Hz. (com J4 fechado)				
Sensor	P1	16Hz	960rpm	Led verde aceso
	P3	8Hz	480rpm	
	P4	4Hz	240rpm	
Rede	P8	15,25Hz	915rpm	
	P10	7,6Hz	457rpm	
	P11	3,8Hz	228rpm	

4. CONCLUSÃO

Através da criação do Controlador Eletrônico para Seleção de diferentes formas de Geração de Energias Alternativas, foi possível perceber a grande importância que os flip-flops têm na elaboração e fabricação de sistemas digitais.

A divisão de frequência é apenas uma das várias utilidades que os flip-flops nos possibilitam, portanto o projeto e a criação do controlador foram de grande importância para o conhecimento acadêmico quanto para encontrar novas soluções simples e de baixo custo que promovam a geração de energia por fontes alternativas reduzindo assim a degradação do meio ambiente.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Disponível em: www.ultimaarcadenoe.com
- [2] Disponível em: www.biodieselbr.com
- [3] Tocci Ronald J., Sistemas Digitais Princípios e Aplicações, 5º Edição, Prentice-Hall do Brasil, 1994 - RJ