

MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE MECÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
MECÂNICA - OPÇÃO ENERGIA - PROMEC

UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE REGULAÇÃO E CONTROLE DA GERAÇÃO
DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE UMA TURBINA EÓLICA

por

SÉRGIO SOUZA DIAS

Trabalho realizado no Departamento de Engenharia Mecânica da
Escola de Engenharia da UFRGS, dentro do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica - Opção Energia - PROMEC

Porto Alegre

1988

RESUMO

Estações de microondas são alimentadas por banco de baterias que são carregados através da rede, caso estejam perto, ou de grupos geradores a diesel, quando estão localizados em zonas remotas. No Brasil existem 543 dessas estações isoladas da rede de alimentação. Turbinas eólicas acopladas a geradores de energia elétrica poderão, em alguns desses locais realizar o suprimento necessário de energia, e com isso poderão obter uma grande economia na compra e também no transporte do diesel até essas estações. Uma turbina Darrieus de 6m de diâmetro e três pás foi desenvolvida e instalada em uma dessas estações, localizada em Porto Alegre. A turbina parte através de um motor de arranque de 12 V e movimenta um gerador de indução de 3 KW, autoexcitado por capacitores. Variando o banco de capacitores podemos manter a tensão mesmo com a variação de rotação da turbina. Um microprocessador controla a operação do sistema, partindo-o com uma velocidade de vento de 4 m/s e aplicando o freio quando a rotação atingir 200 rpm ou a velocidade de vento chegar a 16 m/s. Ele também realiza o chaveamento dos relés que escolhem o banco de capacitores utilizado, acionam o motor de partida e selecionam o sistema de carga das baterias.

ABSTRACT

Microwave repeater communications stations are run by storage batteries, charged either by main electric grid line if they are close by or by diesel engines in isolated stations. In Brazil, there are 543 stations, which are run by diesel engines. Wind turbine driven generators in some of the places may supply the energy and save in diesel economy and its transportation cost to the stations. A 6 m 3 blade Darrieus was developed and installed in one of the station at Porto Alegre. A 3 KW induction generator is run by the turbine and it is started by a 12 V D.C. Starting motor. A bank of capacitors are used to limit the generator output voltage. It generates 180V at 1200 RPM with 180 F capacitors and allowed to run up to 2200 RPM with 50 F capacitors. A microprocessor control the operation of the system. By reading the wind history it starts the turbine at 4 m/s wind speed and applies brake when the turbine is speeded up to 200 RPM or the wind speed increases to 16 m/s. It operates the relay switches to close and open the capacitor bank and also connects and disconnects the load as bank of 28 V storage batteries of the station.

- SUMÁRIO -

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	pág.
1.1. Aplicação de energia eólica	02
1.2. Geração de energia elétrica	03
1.3. Escolha do tipo de gerador	06
1.4. A turbina Darrieus	06
1.4.1. Pá da turbina	08
1.4.2. Eixo e suporte	12
1.4.3. Transmissão	12
1.4.4. Sistema de freio	12
1.5. O sistema aplicado a comunidades rurais ..	15
1.6. O sistema aplicado para o uso da EMBRATEL ..	15
CAPÍTULO 2 - GERADOR DE INDUÇÃO	
2.1. Introdução	29
2.2. Teoria das máquinas de indução	29
2.2.1. Aspectos construtivos	29
2.2.2. Funcionamento	30
2.3. Testes	35
2.4. Banco de baterias	59
2.4.1. Carga do sistema	61
2.4.2. Descarga	64
CAPÍTULO 3 - O SISTEMA DE CONTROLE	
3.1. Microprocessador - Características	69
3.1.1. Introdução	69
3.1.2. Memórias	72
3.1.3. Dispositivo de entrada e saída .	73
3.1.4. Bus de informações	74
3.1.5. Unidade central de processamento ..	74

	pág.
3.2. Microprocessador 8085	76
3.2.1. Arquitetura interna	79
3.3. Interface de comunicação programável	85
3.3.1. Arquitetura interna	87
3.4. Contador programável 8253	88
3.5. Esquema básico	90
3.6. Sistema de controle	93

CAPÍTULO 4 - MONTAGEM E RESULTADOS

4.1. Instrumentação	101
4.1.1. Anemômetro	101
4.1.2. Tacômetro	102
4.1.3. Sistema de carga	102
4.2. Parâmetros utilizados no sistema de controle	107
4.3. Montagem	108
4.4. Resultados operacionais	109

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

ANEXO I	118
ANEXO II	123
BIBLIOGRAFIA	124