

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

TIAGO FERNANDO PEGORARO

**FUNCIONALIDADES E POTENCIALIDADES DA BANCADA DE
ENSAIOS DE MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES PARA O
ENSINO E A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

FLORIANÓPOLIS, 2025.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

TIAGO FERNANDO PEGORARO

**FUNCIONALIDADES E POTENCIALIDADES DA BANCADA DE
ENSAIOS DE MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES PARA
O ENSINO E A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina como parte dos
requisitos para aprovação na
unidade curricular TCC22009.

Orientador:
Prof. Sergio Luciano Avila, Dr. Eng.

FLORIANÓPOLIS, 2025.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Pegoraro, Tiago Fernando

FUNCIONALIDADES E POTENCIALIDADES DA BANCADA DE ENSAIOS DE MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES PARA O ENSINO E A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA / Tiago Fernando Pegoraro; orientação de Sergio Luciano Avila. - Florianópolis, SC, 2025.

75 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Elétrica. Departamento Acadêmico de Eletrotécnica.

Inclui Referências.

1. Bancada didática de ensaios. 2. Máquinas elétricas.
 3. Inversor de frequência. 4. Frenagem reostática.
 5. Regeneração de energia. I. Avila, Sergio Luciano.
- II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. FUNCIONALIDADES E POTENCIALIDADES DA BANCADA DE ENSAIOS DE MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES PARA O ENSINO E A INOVAÇÃO

**FUNCIONALIDADES E POTENCIALIDADES DA BANCADA DE
ENSAIOS DE MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES PARA
O ENSINO E A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

TIAGO FERNANDO PEGORARO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Eletricista e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 10 de Março, 2025.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **SERGIO LUCIANO AVILA**
Data: 12/03/2025 16:18:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Sérgio Luciano Ávila, Dr. Eng.
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **JOAO CARLOS MARTINS LUCIO**
Data: 13/03/2025 14:06:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

João Carlos Martins Lúcio, Dr. Eng.
Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 **JULIANO BITENCOURT PADILHA**
Data: 13/03/2025 15:30:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Juliano Bittencourt Padilha, Dr. Eng.
Instituto Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Ao professor Sérgio Luciano Avila, pela confiança em me aceitar como seu orientando e pelas contribuições diretas e objetivas que nortearam este trabalho. Ao professor Juliano Bitencourt Padilha, pelo comprometimento e presença constante nas atividades de laboratório, compartilhando seu vasto conhecimento teórico. Ao professor Cesar Alberto Penz, pelo suporte técnico e pelo fornecimento de materiais e ferramentas essenciais para os experimentos na bancada. Ao professor João Carlos Martins Lúcio pela análise criteriosa e pelas valiosas contribuições, que foram essenciais para o aprimoramento teórico deste trabalho. Aos colegas Fabrício Rodrigues de Santana e Henrique Buzin, pelo apoio indispensável durante as atividades em laboratório.

Aos meus pais, Justina e Luiz, e aos meus irmãos, Lorian e Mateus, por nunca desistirem de me acompanhar ao longo da graduação, oferecendo apoio constante por meio de gestos e palavras de encorajamento.

Agradeço a Lucas Queiroz Borges por suas palavras reconfortantes, suas valiosas orientações e seu apoio nos momentos difíceis em que precisei de uma visão mais clara e equilibrada durante toda a graduação.

Agradecimento especial à minha esposa Monique, cuja força e incentivo foram fundamentais para minha retomada acadêmica e a realização do sonho da graduação. Sem dúvida, seu apoio foi decisivo para que este momento se torna-se realidade.

Agradeço a todos os colegas e professores que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo, apresentar as funcionalidades e potencialidades de uma bancada didática de ensaio de máquinas elétricas, composta por dois motores de indução trifásicos e uma máquina síncrona, todas acopladas mecanicamente. A bancada é essencial para o laboratório de máquinas elétricas, para promover o ensino em unidades curriculares de cursos Técnicos, de Tecnologia e de Engenharia Elétrica oferecidas pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), permitindo emular ambientes complexos em escala reduzida, como por exemplo a conversão eletromecânica necessária nas indústrias e a geração de energia elétrica por geradores de hidroelétricas, termoelétricas, aerogeradores, etc. O objetivo foi compreender e operacionalizar a bancada, realizar ensaios, explorar suas potencialidades e gerar roteiros de ensaios. Ao final, validou-se a bancada, assegurando seu pleno funcionamento por meio de verificações, medições elétricas, ajustes de instrumentos, configuração do inversor de frequência e ensaios com diferentes cargas.

Palavras-chave: Bancada didática de ensaios. Máquinas elétricas. Inversor de frequência. Frenagem reostática. Regeneração de energia.

ABSTRACT

This dissertation presents a didactic test bench for electrical machines, consisting of two three-phase asynchronous induction motors and a synchronous machine, all mechanically coupled. The test bench is essential for the electrical machines laboratory, supporting teaching in curricular units of Technical, Technology, and Electrical Engineering courses offered by the Federal Institute of Santa Catarina (IFSC). It allows the emulation of complex environments on a reduced scale, such as the electromechanical conversion required in industries and the generation of electrical energy by hydroelectric, thermoelectric, and wind power generators, among others. The objective was to understand and operate the test bench, conduct experiments, explore its potential, and develop test procedures. In the end, the test bench was validated, ensuring its full functionality through inspections, electrical measurements, instrument adjustments, frequency inverter configuration, and tests with different loads.

Keywords: Didactic test bench. Electrical machines. Frequency inverter. rheostatic-dynamic braking. Electrical energy regeneration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Típico rotor em gaiola de esquilo	22
Figura 2 - Típico rotor bobinado, de anéis.....	23
Figura 3 - Bancada de ensaios e máquinas elétricas.....	28
Figura 4 - Máquinas elétricas e equipamentos.....	29
Figura 5 - Acoplamento entre a máquina síncrona e o motor de indução com rotor bobinado	30
Figura 6 - Acoplamento entre a máquina síncrona e o motor de indução com rotor gaiola de esquilo	31
Figura 7 - Máquina síncrona acoplada	32
Figura 8 - Regulador de tensão TGSC 15 kVA	34
Figura 9 - Esquema de ligação: regulador de tensão TSGC 15 kVA	34
Figura 10 - Reostato Denktherm 5,5 kW	35
Figura 11 - Esquema de ligação: reostato 5,5 kW.....	36
Figura 12 - Inversor de frequência CFW11	37
Figura 13 - Resistor de frenagem reostática	38
Figura 14 - Fonte de alimentação 220 Vcc.....	39
Figura 15 - Imagem ilustrativa do transdutor de torque	39
Figura 16 - Multimedidor digital de energia - JANITZA.....	41
Figura 17 - Multimedidor digital de energia - SIEMENS	41
Figura 18 - Topologia da rede Modbus (RS-485)	42
Figura 19 - Bateria com defeito e região de vazamento.....	43
Figura 20 - Novos multimedidores instalados.....	43
Figura 21 - Conexão de neutro para o multimedidor 1P1.....	44
Figura 22 - Comparação de luminosidade, sem e com neutro conectado. ..	44
Figura 23 - Ponto de conexão ao neutro da máquina síncrona.....	45
Figura 24 - Conexão do inversor em rede Modbus	45
Figura 25 - Curvas de magnetização a vazio	49
Figura 26 - Curva característica de curto-circuito	51
Figura 27 - Valor da entrada analógica AI2	52
Figura 28 - Curva característica externa para carga RL.....	56
Figura 29 - Curva característica externa para carga RC	57
Figura 30 - Curva característica de regulação (carga RL).....	58
Figura 31 - Cargas utilizadas para o ensaio do gerador.....	59
Figura 32 – Utilização do método dois wattímetros.....	59

Figura 33 - Curva "V" e fator de potência do motor síncrono 63

Figura 34 - Proposta de topologia do circuito de sincronismo 65

Figura 35 - Proposta de conexão do módulo de sincronismo 65

Figura 36 - Corrente do motor M2 com rotor travado 67

Figura 37 - Fluxo de regeneração de energia e dissipação 69

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Dados de placa, motor de rotor bobinado 30

Quadro 2 - Dados de placa, motor gaiola de esquilo 31

Quadro 3 - Dados de placa da máquina síncrona 33

Quadro 4 - Dados de placa, regulador de tensão TGSC 15 kVA 35

Quadro 5 - Dados de placa, reostato 5,5 kW 36

Quadro 6 - Dados do inversor de frequência..... 37

Quadro 7 - Dados de placa do resistor de frenagem reostática 38

Tabela 1 – Relação percentual para torque (Nm) 40

Tabela 2 - Dados do ensaio do gerador a vazio 49

Tabela 3 - Dados do ensaio do gerador em curto-circuito..... 50

Tabela 4 - Leitura de torque na entrada analógica AI2 52

Tabela 5 - Cálculo de torque em função da potência conectada ao gerador..... 53

Tabela 6 - Medição de torque sem corrente de excitação..... 54

Tabela 7 - Medição de torque com corrente de excitação..... 54

Tabela 8 - Potência mecânica rotacional 54

Tabela 9 - Dados do ensaio de característica externa (carga RL) 56

Tabela 10 - Dados do ensaio de característica externa (carga RC)..... 57

Tabela 11 - Dados do ensaio de regulação (carga RL)..... 58

Tabela 12 - Dados do ensaio do motor síncrono..... 62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
FMM	Força Magnetomotriz
IHM	Interface Homem-Máquina
kVA	Potência aparente
kW	Kilowatt
Nm	Newton-metro
PECCE	Pesquisa em Computação Científica para Engenharia
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i> (Modulação por Largura de Pulso)
rpm	Rotações por minuto
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
USP	Universidade de São Paulo
Vca	Tensão em corrente alternada
Vcc	Tensão em corrente contínua

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	15
1.2	Definição do Problema	16
1.3	Objetivo geral	16
1.4	Objetivos específicos	16
1.5	Estrutura do trabalho.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	Bancada Experimental de Ensaios	19
2.2	Máquinas Trifásicas de Corrente Alternada	20
2.2.1	Motores de Indução	20
2.2.1.1	Rotor Gaiola de Esquilo	22
2.2.1.2	Rotor Bobinado	22
2.2.2	Máquinas Síncronas	23
2.3	Controle de Velocidade de Máquinas Elétricas	24
2.3.1	Controle de Velocidade de Motores de Indução	24
2.3.2	Controle de Velocidade de Motores Síncronos	25
2.3.3	Controle de Geração de Geradores Síncronos	25
3	APRESENTAÇÃO DA BANCADA DE ENSAIOS	27
3.1	Apresentação das máquinas elétricas	29
3.1.1	Motor de indução trifásico de rotor bobinado	29
3.1.2	Motor de indução trifásico com rotor gaiola de esquilo	31
3.1.3	Máquina síncrona.....	32
3.2	Apresentação dos equipamentos auxiliares	33
3.3	Apresentação dos instrumentos e medidores	39
3.4	Rede de comunicação Modbus.....	42
3.5	Modificações dos sistemas de medição e comunicação	42
4	PROCEDIMENTOS E ENSAIOS REALIZADOS COM A BANCADA.....	46
4.1	Procedimentos realizados.....	46
4.2	Ensaio realizado	46
4.2.1	Ensaio a vazio do gerador.....	47
4.2.2	Ensaio de curto-circuito do gerador	48
4.2.3	Ensaio para leitura de torque via transdutor.....	50
4.2.4	Ensaio para a determinação das perdas mecânicas e das perdas no ferro do gerador	52
4.2.5	Ensaio de característica externa do gerador.....	54
4.2.6	Ensaio de regulação de tensão do gerador.....	56
4.2.7	Ensaio de ajuste do fator de potência do motor síncrono	59
5	POTENCIALIDADES DA BANCADA DE ENSAIOS	62
5.1	Sincronismo com a rede elétrica	62
5.2	Configuração mestre-escravo para motores	64
5.3	Ensaio de rotor travado	65
5.4	Regeneração de energia e dissipação no resistor de frenagem	66
5.5	Funções avançadas do inversor de frequência	67

6

CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICES	
APÊNDICE A - Manual de Instruções e Operação	73
ANEXOS	
ANEXO A - Projeto elétrico (As-built).....	74
ANEXO B - Comentários no diagrama unifilar	127
ANEXO C - Parâmetros do inversor de frequência	128

1 INTRODUÇÃO

O uso de bancadas experimentais que simulam a operação de sistemas reais é um método amplamente conhecido e utilizado em centros de pesquisa e universidades. Esse recurso é essencial para avaliar conceitos, validar modelos teóricos e viabilizar o desenvolvimento de projetos (Cavalcante, 2011). Para Chunho, Kirovski e Potkonjak (1997), a Engenharia sempre necessitou testar conceitos e aplicações em escala reduzida nas mais variadas áreas, e que com o desenvolvimento e evolução da Eletrônica e Instrumentação, o uso de sistemas experimentais para simulação e testes tornou-se muito mais simples e usual.

Adicionalmente, bancadas de ensaios são utilizadas como ferramentas auxiliares em aplicações de Engenharia que englobam Eletrônica embarcada e análise de sinais, já que se pode programar sistemas completos para simulação de características técnicas que são encontradas em sistemas reais (Bryan *et al.*, 1989).

1.1 Justificativa

O Grupo de Pesquisa em Computação Científica para Engenharia (PECCE), vinculado ao Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAE), Campus Florianópolis, do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), desempenha um papel significativo no desenvolvimento de projetos inovadores por meio de suas atividades de ensino, de pesquisa e de extensão. O projeto em andamento "Gêmeo Digital de Aerogerador com Realidade Aumentada Gamificada" está sendo realizado em colaboração com as empresas privadas AQTECH e MediaSoft, a Universidade de São Paulo (USP) e o IFSC, com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), conforme termo de outorga n. 404858/2023-6. Para a execução deste projeto e realização de ensaios, faz-se necessária a utilização de uma Bancada Didática Motor-Gerador.

Para viabilizar a realização de ensaios de sistemas reais em ambiente de ensino, Gonzalez *et al.* (2000) destacam a importância de utilizar bancadas experimentais em escala reduzida, que reproduzem as características do equipamento real. Esses modelos têm vantagens significativas, sendo mais acessíveis, replicáveis, e adaptáveis a diferentes cenários. Além disso, oferecem

emulação de ambientes complexos, com alta confiabilidade e segurança, exigindo pouca habilidade para operação.

1.2 Definição do Problema

No desenvolvimento, teste e validação de sistemas de controle, assim como no gerenciamento de estruturas automatizadas, alguns laboratórios optam por soluções de altíssimo custo ao utilizar equipamentos reais para os testes. Além de onerosos, esses sistemas experimentais demandam grande espaço físico e, muitas vezes, não permitem a realização dos testes em condições ideais (Amorim, 2006).

Embora o IFSC já possua a bancada de ensaios fornecida pela WEG desde 2015, não há documentação disponível sobre sua operação, como manuais ou folhas de dados. Para explorar seu potencial, este trabalho investiga seus aspectos técnicos e operacionais, bem como os princípios teóricos subjacentes. Também busca analisar o comportamento das máquinas elétricas, individualmente e em conjunto, contribuindo para o avanço do conhecimento em engenharia elétrica.

1.3 Objetivo geral

Avaliar a funcionalidade da bancada de ensaios instalada no Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAE), Campus Florianópolis, do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), compreendendo e elucidando suas características de operação, para acionamento de máquinas elétricas (Motor-Gerador), explorando suas funcionalidades por meio de ensaios, descrevendo os processos de instrumentação, controle e aquisição de dados.

1.4 Objetivos específicos

As seguintes alíneas apresentam os objetivos específicos que o estudo visa abordar durante o seu desenvolvimento:

- a) descrever e explicar de forma sucinta as características das máquinas elétricas acionadas pela bancada de ensaios;

- b) descrever as funcionalidades da bancada, com ênfase no acionamento e controle das máquinas elétricas;
- c) realizar ensaios para validação da bancada;
- d) explorar as potenciais aplicações da bancada;
- e) identificar falhas e/ou deficiências de projeto;
- f) substituir os multimedidores digitais e instalar o reostato;
- g) gerar documentos com procedimentos de ensaios das máquinas elétricas utilizando-se a bancada;

1.5 Estrutura do trabalho

O capítulo 1 destaca a motivação que justifica a necessidade de utilização de uma bancada experimental para fins de projetos de pesquisa e ensino acadêmico. Destaca também a definição do problema, o objetivo geral e específicos.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, focada em aspectos construtivos e funcionais, relacionados à máquina síncrona, e aos motores trifásicos de indução, dos tipos rotor bobinado e rotor gaiola de esquilo. Aborda também os principais conceitos dos métodos de controle de cada máquina.

No capítulo 3 é apresentado o detalhamento da bancada, as máquinas elétricas, os instrumentos de medição e os equipamentos associados. Este capítulo também descreve as atividades realizadas para restaurar a funcionalidade da bancada, que inclui a substituição de multimedidores, a instalação de um reostato e otimizações no sistema de medição e na rede de comunicação..

No capítulo 4 são apresentados os procedimentos para a primeira energização da bancada, e testes iniciais com as três máquinas elétricas. Neste mesmo capítulo, são apresentados os ensaios realizados e a forma em que foram reproduzidos na bancada, as análises dos resultados obtidos, e observações relevantes que foram constatadas durante os ensaios.

O Capítulo 5 explora algumas potencialidades da bancada de ensaios, destacando possibilidades de implementação de novas funcionalidades e a

realização de experimentos adicionais com as máquinas elétricas, visando aprimorar sua aplicabilidade em estudos e pesquisas na área.

Por fim, o trabalho é concluído com uma análise das principais considerações, destacando as necessidades e melhorias a serem implementadas. Além disso, são apresentadas as referências bibliográficas que serviram de base para a pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo está dividido em três partes: a primeira aborda os conceitos e a importância das bancadas experimentais no ensino e na pesquisa; a segunda traz uma revisão sucinta sobre máquinas trifásicas de corrente alternada, com foco em motores de indução assíncronos e máquinas síncronas; e a terceira trata dos métodos de operação e controle dessas máquinas, relevantes para este estudo.

2.1 Bancada Experimental de Ensaio

Para Fortier e Michel (2003), as bancadas de ensaios são empregadas para analisar componentes e suas interações, visando obter um entendimento mais profundo sobre a essência do sistema real. Elas são montadas com protótipos e componentes reais do sistema e têm como objetivo oferecer percepções sobre o funcionamento de um ou mais elementos desse sistema. Oferecem um ambiente realista de *hardware* e *software* para testar componentes sem precisar do sistema final, ajudando a entender os requisitos funcionais e o comportamento operacional do sistema e fornecendo medições quantitativas. Focam apenas em um subconjunto do sistema total, especificamente o aspecto que se quer estudar, refinar ou desenvolver.

Ainda, bancadas didáticas consolidam a teoria ensinada em sala de aula. A sua utilização auxilia no desenvolvimento de discentes, principalmente nos cursos de bacharelado em Engenharia, pois por meio delas há a possibilidade do contato com a prática, simulando processos industriais e sistemas reais (Fabián, 2017).

Trabalhos e estudos ilustram a importância da utilização de bancadas didáticas no ensino. O trabalho de Ely (2018) utiliza uma bancada didática para estudo de análise do sistema de medição trifásica dos ensaios de máquinas rotativas elétricas. De Azevedo (2012), utilizou uma bancada experimental para ensaios em geradores elétricos utilizados em aerogeradores. Tominaga (2021), graduado em Engenharia Elétrica pelo IFSC, em seu trabalho de conclusão de curso, fez uso de uma bancada experimental para o estudo de severidade do desbalanceamento de rotores de motores elétricos.

2.2 Máquinas Trifásicas de Corrente Alternada

Segundo Umans (2013), as máquinas de corrente alternada classificam-se em duas categorias: síncronas e de indução. Nas máquinas síncronas, as correntes do enrolamento do rotor são fornecidas diretamente na parte estacionária do motor por meio de contatos rotativos localizados no próprio rotor, denominados anéis de contato. Em contrapartida, nas máquinas de indução, as correntes são induzidas nos enrolamentos do rotor por meio da combinação da variação de um fluxo magnético no tempo e do movimento rotacional do rotor, das correntes de estator e do movimento rotacional do rotor em relação ao estator.

Em relação às máquinas de indução, é possível utilizá-las como motor ou como gerador, porém como gerador, apresentam algumas desvantagens, e somente em aplicações especiais são utilizadas. Por essa razão que estas máquinas são usualmente referidas apenas como motores de indução (Chapman, 2013).

2.2.1 Motores de Indução

Nesta categoria de motores, utilizam-se dois tipos de rotor que se diferenciam na forma construtiva. Um deles é do tipo rotor gaiola de esquilo, e o outro do tipo rotor bobinado ou de anéis. Ambos são assíncronos e denominados motores de indução, visto que seu funcionamento se baseia na indução eletromagnética.

Segundo Mamede Filho (2023), o princípio de funcionamento dos motores assíncronos trifásicos que constituem a maioria dos motores em operação nas indústrias está baseado em três enrolamentos instalados no estator, que estão diretamente ligados na fonte de tensão, deslocados fisicamente de 120° . Por sua vez, a fonte de alimentação do sistema elétrico é composta por três tensões, também defasadas no tempo de 120° , formando um campo magnético girante, na velocidade angular definida pela frequência do sistema de alimentação que atravessa o entreferro atingindo a massa rotórica e induzindo forças eletromotrizes

Como as barras de um rotor de gaiola, ou as bobinas do rotor bobinado estão em curto circuito em uma das extremidades, há um fluxo de corrente circulando que, interagindo com o campo girante estatórico, produz um conjugado

eletromecânico que arrasta o rotor no sentido desse campo. A este esforço na partida dá-se o nome de *conjugado do motor*. Já a carga acoplada ao eixo *reage* a este esforço negativamente, ao que se dá o nome de *conjugado de carga* ou *conjugado resistente* (Mamede Filho, 2023).

Durante a partida dos motores de indução, a diferença de velocidade entre o campo girante do estator em relação à velocidade do rotor é máxima, logo o escorregamento é máximo. Neste instante a força contra-eletromotriz produzida pelo rotor para se opor ao campo do estator é mínima, o que resta para limitar a corrente é apenas a impedância dos enrolamentos do estator, que é muito baixa. Por isso, a corrente de partida pode atingir entre 5 e 8 vezes a corrente nominal do motor

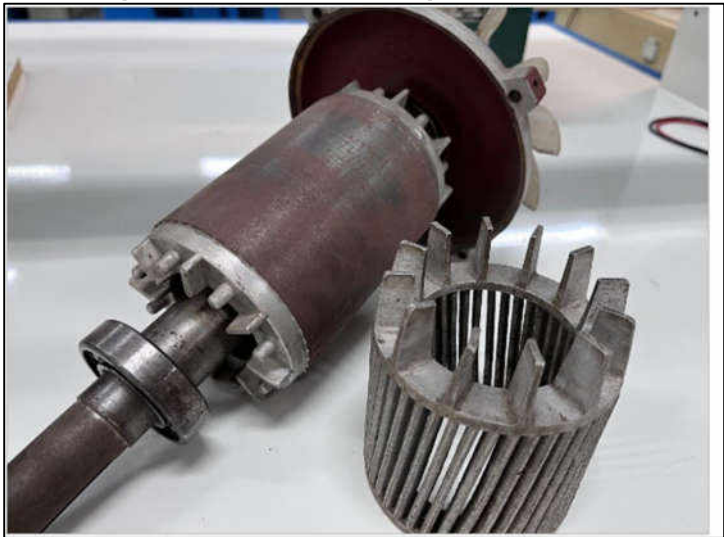
Quando o motor está girando sem a presença de carga mecânica no eixo, comumente chamado motor a vazio, o rotor desenvolve uma velocidade angular de valor praticamente igual à velocidade síncrona do campo girante do estator. Adicionando-se carga mecânica ao eixo, o rotor diminui sua velocidade. A diferença existente entre as velocidades síncrona e a do rotor é denominada escorregamento, que representa a fração de rotação que perde o rotor a cada rotação do campo rotórico.

Para que haja conjugado, a velocidade angular do rotor deve ser ligeiramente inferior à velocidade angular do campo girante estatórico. E no caso de a velocidade angular rotórica ser igual à velocidade do campo girante estatórico, o conjugado será nulo e não existirá (Mamede Filho, 2023). Ou seja, o motor de indução não pode atingir a velocidade síncrona, se ocorrer, a velocidade entre o campo girante e o rotor se anulará, não existindo tensão induzida no rotor, o escorregamento será nulo, e, portanto não existirá torque.

2.2.1.1 Rotor Gaiola de Esquilo

Este tipo de rotor possui uma estrutura semelhante a uma gaiola de esquilo. A corrente elétrica é conduzida no rotor através de barras de cobre ou alumínio, conectadas por anéis de extremidade do mesmo material. A Figura 1 apresenta a forma construtiva típica de um rotor gaiola de esquilo.

Figura 1 - Típico rotor em gaiola de esquilo



Fonte: DE MELO; MELO; VELANDIA (2023).

Os motores de indução com rotor gaiola de esquilo são amplamente utilizados na indústria devido ao baixo custo e construção robusta. Podendo ser acionados em velocidade constante, ou velocidade variável por meio de controle eletrônico com inversor de frequência (Mohan, 2015).

2.2.1.2 Rotor Bobinado

Este rotor possui enrolamentos trifásicos, cujo acesso elétrico é possível por meio de terminais com escovas e anéis deslizantes (Oliveira, 2021). Os enrolamentos presentes no rotor são semelhantes aos enrolamentos do estator, e suas terminações são usualmente ligadas em Y (estrela), e as outras três terminações são conectadas aos anéis deslizantes no eixo do rotor. Portanto, é possível controlar a corrente que circula no rotor, bem como modificar a resistência rotórica.

A Figura 2 ilustra a forma construtiva típica de um rotor bobinado, com os anéis deslizantes.

Figura 2 - Típico rotor bobinado, de anéis



Fonte: DINIZ e ARAÚJO (2018).

É possível aproveitar esses atributos citados para alterar a característica de torque versus velocidade do motor. O motor de indução com rotor bobinado é mais caro do que o motor de gaiola de esquilo e exige mais manutenção devido ao desgaste das escovas e anéis deslizantes, por isso são raramente utilizados (Chapman, 2013).

2.2.2 Máquinas Síncronas

As máquinas síncronas desempenham um papel fundamental na conversão de energia mecânica em elétrica, sendo essenciais para a operação de geradores e motores em sistemas de potência. Atualmente, segundo Mohan (2015), a principal função destas máquinas é atuar como gerador de eletricidade em usinas de potência elevada.

Do ponto de vista elétrico, o rotor deste tipo de máquina é a fonte de campo magnético, podendo ser construído com polos lisos ou salientes, além de outras duas formas: com magnetos permanentes ou com eletroímãs. O objetivo para ambas as formas é o mesmo: permitir que o rotor seja fonte de campo magnético (Oliveira, 2021).

Em relação à operação, Umans (2014) afirma que uma máquina síncrona operando como motor, em condições de regime permanente, o campo magnético

criado pela corrente CC que circula no eletroímã do rotor, faz com que o rotor gire na mesma velocidade ou em sincronismo com o campo magnético girante produzido pelas correntes de armadura. No caso da máquina operando como gerador, a frequência da tensão fornecida é determinada pela velocidade do acionador mecânico primário (máquina motriz).

2.3 Controle de Velocidade de Máquinas Elétricas

Aplicações que exigiam velocidade variável e torque controlado eram atendidas por máquinas de corrente contínua (CC) devido ao seu controle de velocidade flexível, mas estas eram mais complexas, caras e exigiam mais manutenção do que as máquinas CA. Atualmente, sistemas eletrônicos de potência permitem controle de velocidade e torque em máquinas CA, substituindo as máquinas CC em muitas aplicações tradicionais e possibilitando novas aplicações (Umans, 2014).

2.3.1 Controle de Velocidade de Motores de Indução

Uma das técnicas para controlar a velocidade de um motor de indução consiste em variar a velocidade síncrona, que é a velocidade dos campos magnéticos do estator e do rotor, já que a velocidade do rotor sempre permanece próximo da velocidade síncrona (Chapman, 2013).

Para o motor de rotor bobinado, a variação de velocidade pode ocorrer também pela alteração da resistência rotórica por meio de resistores variáveis. No motor de gaiola de esquilo, a variação da velocidade pode ser por variadores mecânicos, como polias e correias, que modificam a velocidade da carga sem alterar a do motor, ou por dispositivos eletrônicos, como o inversor de frequência, que converte a corrente alternada em contínua e depois a chaveia em pulsos, gerando uma corrente com características de alternada devido à natureza indutiva do motor. (Filippo Filho, 2013).

2.3.2 Controle de Velocidade de Motores Síncronos

Segundo Umans (2014), o método mais simples de controlar um motor síncrono é variando a velocidade por meio do controle da frequência da tensão de armadura aplicada. Isso é realizado acionando o motor com um inversor de fonte de tensão polifásica, como um inversor trifásico. A velocidade síncrona é proporcional à frequência da tensão de armadura e inversamente proporcional ao número de polos da máquina, conforme Equação 1:

$$N_s = \frac{120 * f}{n^{\circ} \text{ de polos}} \text{ (rpm)} \quad (1)$$

em que:

N_s = velocidade síncrona (em rotações por minuto - rpm);

f = frequência elétrica aplicada [Hz].

Uma vantagem dos motores síncronos é a possibilidade de controle do fator de potência por meio do ajuste da corrente de excitação. Isso permite mantê-lo unitário, eliminando a necessidade de correção externa (Jordão, 2013).

No passado, máquinas síncronas de alta potência eram usadas como condensadores síncronos em subestações para suporte de tensão e estabilidade, embora muitos ainda existam. Atualmente, os controladores estáticos baseados em semicondutores são preferidos por fornecer potência reativa sem a manutenção de equipamentos rotativos. Assim, as máquinas síncronas são usadas principalmente para geração de eletricidade em grandes usinas (Mohan, 2015).

2.3.3 Controle de Geração de Geradores Síncronos

Os geradores síncronos operam de modo que a frequência elétrica produzida esteja sincronizada ou diretamente vinculada à velocidade mecânica de rotação do gerador (Chapman, 2013). Para obter determinada frequência elétrica no processo de geração de energia, é necessário submeter o gerador a uma velocidade constante em seu rotor, adotando estratégias de controle adequadas para plantas específicas (Carneiro, 2021).

Quando um único gerador está operando isoladamente, a potência ativa e a potência reativa fornecidas pelo gerador terão os valores demandados pela carga conectada ao gerador. Portanto, para um valor de potência ativa demandada pela carga, o ajuste do regulador de velocidade controla a frequência de operação do gerador, fazendo com que o mesmo forneça essa potência ativa. Para uma potência reativa demandada pela carga, o regulador de tensão ajusta a corrente de campo para controlar a tensão nos terminais do gerador, fazendo com que o mesmo forneça essa potência reativa (Chapman, 2013).

As seguintes condições resumem quando um gerador está funcionando isoladamente, alimentando as cargas do sistema:

- a) as potências ativa e reativa fornecidas pelo gerador serão os valores demandados pelas cargas conectadas;
- b) o ponto de ajuste no regulador de velocidade irá controlar a frequência de operação do sistema de potência.

A situação acima se aplica para locais remotos, nos quais há geradores isolados em funcionamento. Por outro lado, segundo Chapman (2013), quando um gerador está em paralelo com um barramento infinito, ou seja, fornecendo potência ativa e potência reativa para um sistema de potência de porte muito grande, cuja tensão e frequência são consideradas constantes, ocorre que:

- a) a frequência e tensão de terminal do gerador são controladas pelo sistema ao qual ele está ligado;
- b) o ponto de ajuste no regulador de velocidade do gerador controla a potência ativa fornecida pelo gerador ao sistema;
- c) a corrente de campo do gerador controla a potência reativa fornecida pelo gerador ao sistema.

3 APRESENTAÇÃO DA BANCADA DE ENSAIOS

O Laboratório de Máquinas Elétricas do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAE) conta com uma bancada didática de ensaios, fabricada em 2015 pela WEG S.A. Esta bancada foi projetada para proporcionar aprendizagem prática e facilitar a compreensão do funcionamento de máquinas elétricas rotativas, com destaque para uma máquina síncrona acoplada mecanicamente a dois motores de indução trifásicos: um com rotor bobinado e outro com rotor em gaiola de esquilo.

A bancada opera com dupla alimentação externa, a principal sendo a entrada trifásica de 380 V, 60 Hz, utilizada para alimentar as máquinas elétricas, um inversor de frequência, e um transformador de tensão auxiliar (380 V / 220 V), sendo este último responsável pela energização dos circuitos de comando, sinalização e multimedidores da bancada. A segunda fonte de alimentação externa é de 220 V em corrente contínua, dedicada ao circuito de alimentação da bobina de excitação da máquina síncrona.

Em termos de acionamentos, a bancada controla um motor de indução com rotor em gaiola, de forma eletrônica por um inversor de frequência, fabricante WEG, modelo CFW11, o que permite a regulação precisa de parâmetros como velocidade e torque. Associado ao inversor há um resistor de frenagem reostática, conectado ao seu barramento de tensão contínua, regulando o nível de tensão deste barramento, prevenindo sobrecargas nos componentes de potência do inversor.

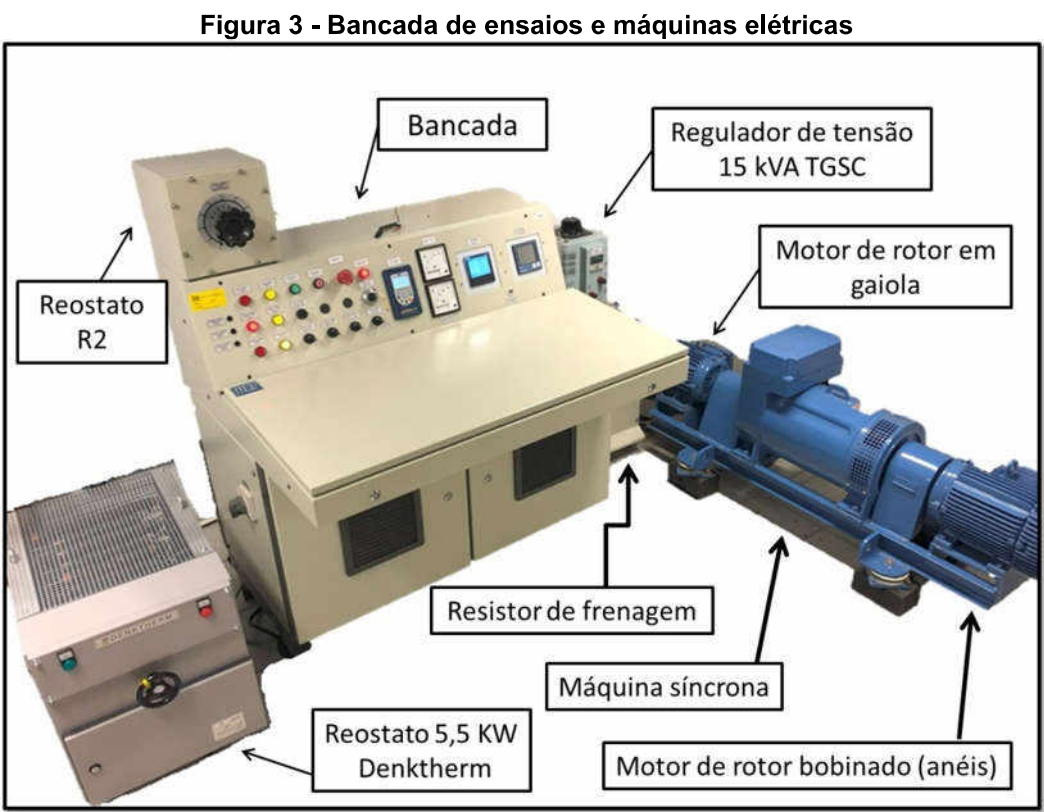
Outro motor acionado pela bancada é o de indução com rotor bobinado, por meio de um regulador de tensão (varivolt) conectado em série com as bobinas do estator para ajustar o nível de tensão na partida, e um reostato conectado em série com as bobinas do rotor para regular a resistência rotórica. Desta forma, é possível reduzir a corrente de partida do motor, e proporcionar o controle velocidade.

A bancada também aciona e controla uma máquina síncrona de duas formas, pois a máquina opera tanto como gerador de energia quanto como motor síncrono. Quando em modo gerador, a máquina é excitada exclusivamente pelo circuito de corrente contínua, proveniente da fonte de alimentação externa. Nesse circuito, o controle da corrente e da tensão aplicadas à bobina de excitação é feito por meio de um resistor variável (denominado como R2 no projeto elétrico). A

velocidade, e por consequência sua frequência, é controlada pelos motores de indução, tanto pelo de rotor em gaiola, quanto pelo de rotor de anéis. A tensão gerada nas bobinas do estator é disponibilizada em terminais de conexão localizados na parte frontal da bancada, projetados para a ligação de cargas resistivas, capacitivas e indutivas.

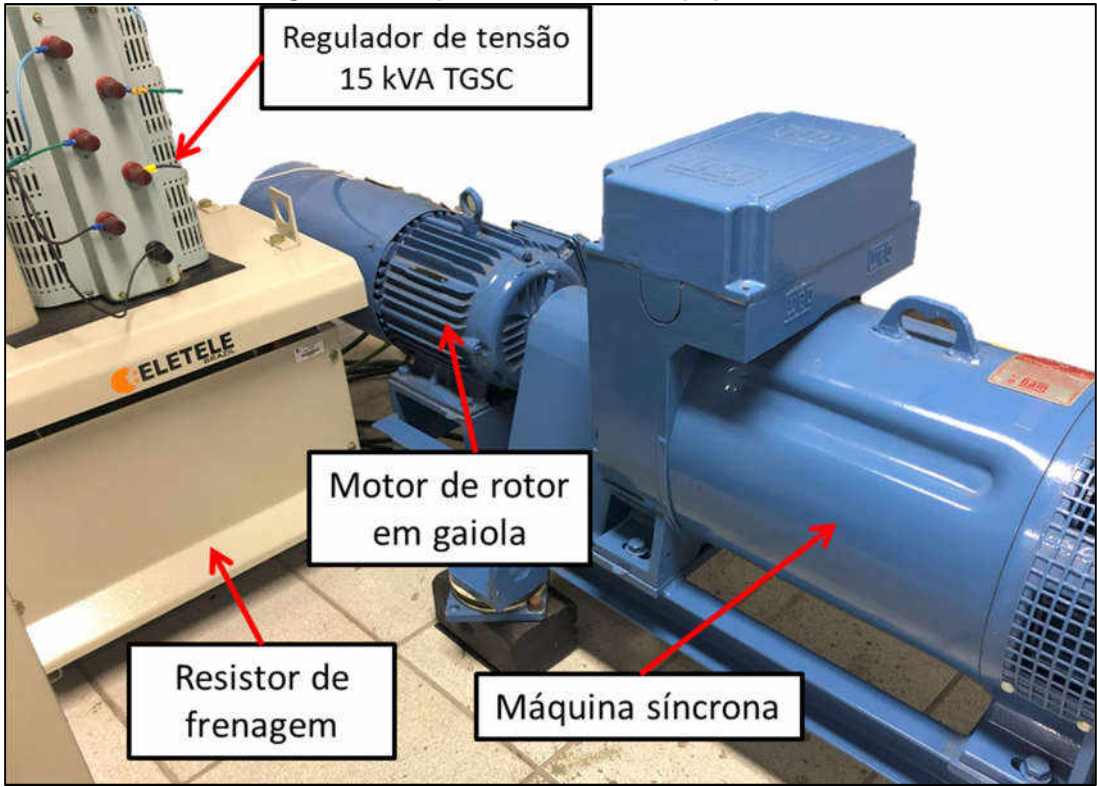
Quando operando como motor síncrono, a máquina é alimentada por duas fontes. A primeira é por meio de um regulador de tensão conectado em série com as bobinas do estator, permitindo o controle da tensão e da corrente durante o regime de partida. A segunda alimentação é em corrente contínua, aplicada à bobina do rotor, que transforma o rotor em um eletroímã, permitindo que ele se sincronize com o campo magnético girante gerado no estator, garantindo o funcionamento síncrono da máquina.

As Figura 3 e 4 ilustram a bancada, os equipamentos auxiliares e o conjunto das três máquinas elétricas, acopladas no mesmo eixo rotativo.



Fonte: Elaboração Própria (2024).

Figura 4 - Máquinas elétricas e equipamentos



Fonte: Elaboração Própria (2024).

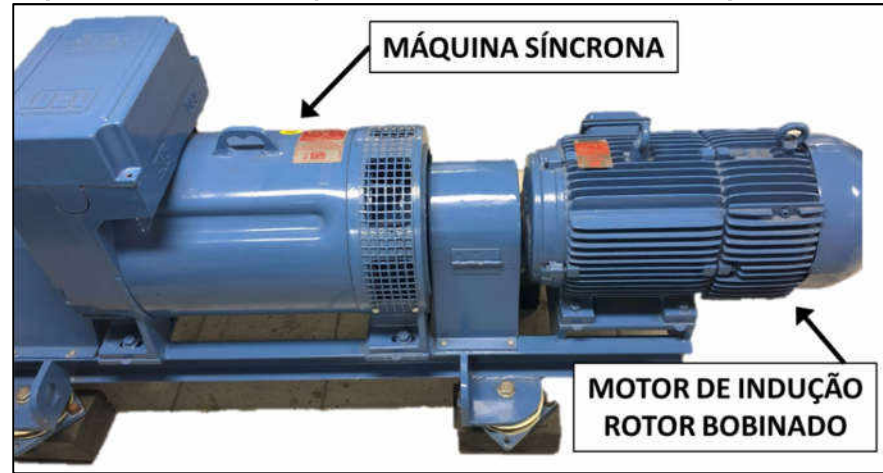
3.1 Apresentação das máquinas elétricas

A seguir serão apresentadas as três máquinas elétricas acionadas pela bancada de ensaios.

3.1.1 Motor de indução trifásico de rotor bobinado

Observa-se na Figura 5 que a máquina síncrona está acoplada ao motor de indução trifásico de rotor bobinado. Sua referência no projeto elétrico é M2.

Figura 5 - Acoplamento entre a máquina síncrona e o motor de indução com rotor bobinado



Fonte: Elaboração Própria (2024).

Este motor atua como máquina motriz, ou seja, simula uma fonte primária de rotação para a máquina síncrona operar como gerador de energia.

Seus dados de placa são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Dados de placa, motor de rotor bobinado		
Fabricante: WEG Equipamentos Elétricos S.A.		
Modelo: FAF 132 M		
Frequência: 60 Hz	Potência: 5 kW	Rotação: 1740 rpm
Tensão: 220 / 380 volts	Corrente: 18,38 / 10,64 A	
Isolação: F	Nr. 1026555898 01 15	
REG.S: S1		IP: 45
Tensão secundária: 155 volts	Corrente Secundária: 21,6 A	
Fator de Potência: 0,86		

Fonte: Elaboração Própria (2024).

As bobinas do estator estão conectadas em estrela, sem neutro, alimentadas em até 380 V de tensão de linha e corrente nominal de 10,64 A.

Os enrolamentos (trifásico) do rotor não estão ligados a nenhuma fonte de alimentação, e são trazidos para a caixa de terminais por meio de três anéis coletores posicionados sobre o eixo do motor, para realizar a conexão em série com o reostato de partida.

A velocidade máxima que este motor consegue atingir em plena carga é de 1740 rpm, visto que não possui controle de velocidade eletrônico por meio da técnica de PWM (*Pulse Width Modulation*). A vazio ou com carga leve, a velocidade será superior a esse valor.

3.1.2 Motor de indução trifásico com rotor gaiola de esquilo

Este motor está acoplado à outra extremidade da máquina síncrona, conforme se observa na Figura 6. Esse motor também opera como fonte primária de rotação para a máquina síncrona. Sua referência no projeto elétrico é M1.

Figura 6 - Acoplamento entre a máquina síncrona e o motor de indução com rotor gaiola de esquilo



Fonte: Elaboração Própria (2024).

Seus principais dados de placa são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Dados de placa, motor gaiola de esquilo		
Fabricante: WEG Equipamentos Elétricos S.A.		
Modelo: W22 Premium		
Frequência: 60 Hz	Potência: 5,5 kW	Rotação: 1750 rpm
Tensão: 220 / 380 volts	Corrente: 20,4 / 11,8 A	
FS: 1,25	IP / IN: 7,3	
Isolação: F	Nr. 1028874844	
Rendimento: 91%		IP: 55
Fator de Potência: 0,78		

Fonte: Elaboração Própria (2024).

A ligação elétrica das bobinas do estator é em estrela, sem neutro. Esse motor é alimentado e controlado pelo inversor de frequência, em até 380 V de tensão de linha, e corrente nominal de 11,8 A.

Acoplado na parte traseira deste motor está o motor auxiliar de 0,37 kW de potência, responsável pela ventilação forçada em baixas rotações, visto que a ventilação do motor de gaiola está diretamente associada a sua velocidade. Como é possível operar este motor em baixas rotações através do inversor de frequência,

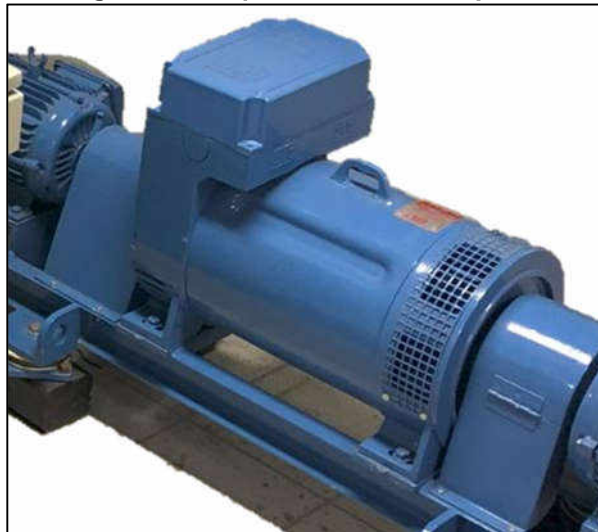
então se faz necessária esta ventilação forçada para reduzir o aquecimento excessivo nas bobinas, evitando desgastes no cobre e na isolação.

O motor ainda possui dois acessórios instalados, sendo o encoder e o transdutor de torque, os quais serão apresentados ainda neste capítulo.

3.1.3 Máquina síncrona

Sua referência em projeto elétrico é M3, e esta máquina síncrona está acoplada mecanicamente aos dois motores de indução, como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Máquina síncrona acoplada



Fonte: Elaboração Própria (2024).

Esta máquina pode operar tanto como gerador de energia elétrica quanto como motor síncrono. O estator está conectado em estrela, sem neutro, e a bobina de excitação (eletroímã) é alimentada por um circuito auxiliar por meio de escovas de carbono. Assim, há duas condições operativas para o nível de tensão desta máquina:

a) Operação como gerador de energia elétrica

A bobina de excitação é alimentada em até 37,2 Vcc e 4,02 A, e, considerando que as bobinas do estator estão conectadas em estrela, é possível gerar até 220 Vca de linha nos terminais de saída do estator para alimentar a carga.

b) Operação como motor síncrono

De maneira semelhante, o estator da máquina é alimentado em até 220 Vca de linha por meio de regulador de tensão, enquanto a bobina de excitação recebe até 37,2 Vcc e 4,02 A.

Seus dados de placa constam no Quadro 3.

Quadro 3 - Dados de placa da máquina síncrona		
Fabricante: WEG Equipamentos Elétricos S.A.		
Modelo: GLA 162 CE VS		
Frequência: 60 Hz	Potência: 5 kVA	Rotação:1800 rpm
Tensão: 220 volts	Corrente: 13,12 A	
IP / IN: 21	Excitação: Escovas - 37,2 V / 4,02 A	
Isolação CL. H		Reg.: S1
Fator de Potência: 0,8 a 1.0		

Fonte: Elaboração Própria (2024).

3.2 Apresentação dos equipamentos auxiliares

A seguir são apresentados os equipamentos utilizados no acionamento das máquinas elétricas.

a) Regulador de tensão - TGSC 15 kVA

Este equipamento é utilizado para realizar a partida da máquina síncrona (M3) quando operada em modo motor, ou para partida do motor de rotor bobinado (M2). Este regulador está conectado em série com as bobinas do estator de ambas as máquinas, para regular o nível de tensão durante a partida, reduzindo a corrente transitória. A Figura 8 apresenta a imagem ilustrativa do modelo utilizado.

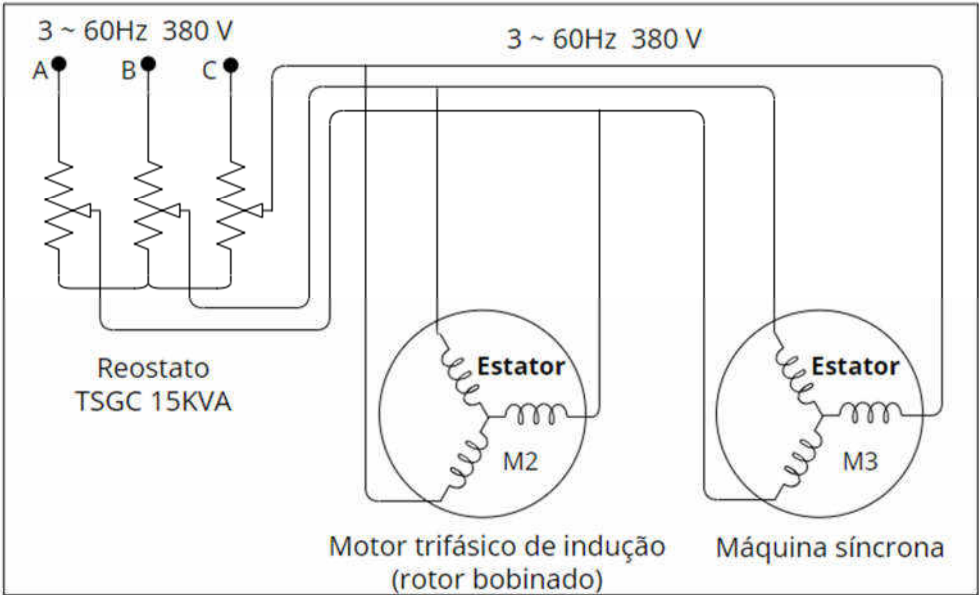
Figura 8 - Regulador de tensão TGSC 15 kVA



Fonte: Inova Automação (2024).

A Figura 9 ilustra o esquema de ligação deste regulador de tensão com as bobinas do estator do motor de rotor bobinado, e com a máquina síncrona.

Figura 9 - Esquema de ligação: regulador de tensão TSGC 15 kVA



Fonte: Elaboração própria (2024).

Seus principais dados de placa constam no Quadro 4.

Quadro 4 - Dados de placa, regulador de tensão TGSC 15 kVA

Modelo: TSGC 15 kVA	
Entrada	Trifásica
Potência (kVA)	7,5 kVA (220 Vca) 15 kVA (380 Vca)
Tensão de Entrada (Va)	220 Vca / 380 Vca
Tensão de Saída (Vs)	0 a 250 Vca (220 Vca) 0 a 430 Vca (380 Vca)
Corrente de Saída (Is)	20 A
Peso (kg)	48

Fonte: Elaboração Própria (2024).

b) Reostato - Denktherm 5,5 kW;

Adquirido com recursos do projeto CNPQ, este equipamento está conectado em série com as bobinas do rotor bobinado (motor M2), por meio dos anéis coletores e escovas. O objetivo é oferecer resistência adicional ao circuito do rotor para controlar o torque e reduzir o pico da corrente de partida do motor, inclusive, efetuar o ajuste de velocidade de rotação do motor.

A Figura 10 apresenta a imagem do modelo utilizado.

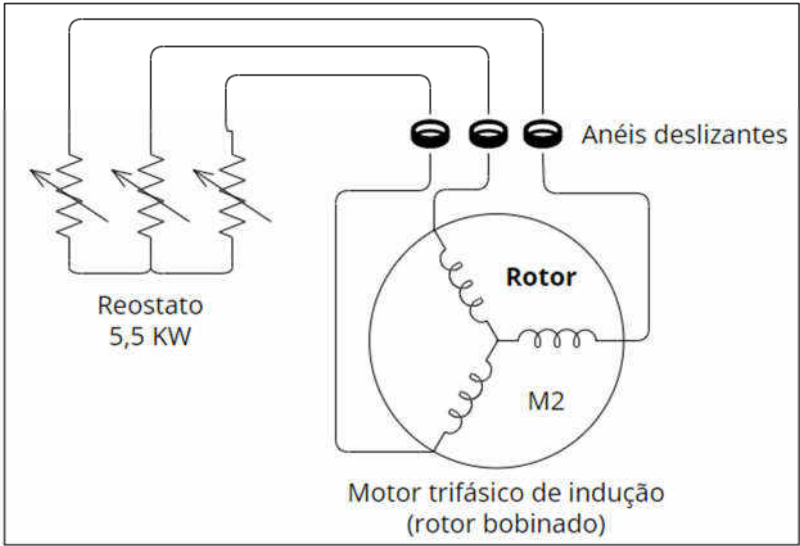
Figura 10 - Reostato Denktherm 5,5 kW



Fonte: Denktherm (2024). Adquirido com recursos projeto CNPq.

A Figura 11 ilustra o esquema de ligação deste reostato em série com as bobinas do rotor.

Figura 11 - Esquema de ligação: reostato 5,5 kW



Fonte: Elaboração própria (2024).

Seus principais dados de placa constam no Quadro 5.

Quadro 5 - Dados de placa, reostato 5,5 kW

Modelo:	
Conexão	Trifásica
Potência (kW)	5,5
Tensão Rotórica (Vca)	155
Corrente Rotórica (A)	21,60
Nº de estágios:	09 estágios (10 velocidades)
Peso (kg)	27

Fonte: Elaboração própria (2024).

c) Inversor de frequência - CFW 11;

O inversor de frequência CFW11 (ver Figura 12) é responsável pelo acionamento do motor de indução de rotor em gaiola (M1) e permite que ele opere acima da sua velocidade nominal. Dessa forma, o motor pode atingir 1800 rpm, garantindo que a máquina síncrona, ao operar como gerador forneça uma frequência de 60 Hz nos terminais do estator.

A interface com o operador da bancada é feita por meio de botoeiras e potenciômetro, e fornece na interface frontal (IHM) a leitura direta de corrente, tensão, velocidade, torque e outros parâmetros.

No Quadro 6 constam os principais dados técnicos.

Quadro 6 - Dados do inversor de frequência

Modelo: BRCFW110017T4SZ - Trifásico		
Modelo standard com frenagem reostática e acessório para <i>encoder</i>		
Material (código WEG): 10234058		
Tensão de entrada: 380 - 480 volts		Corrente nominal: 17 A
Motor máximo aplicável em 60 Hz	380 V	10 CV / 7,5 kW
	480 V	12,5 CV / 9,2 kW

Fonte: Elaboração própria (2024).

Figura 12 - Inversor de frequência CFW11



Fonte: WEG (2024).

d) Resistor de frenagem reostática para inversor de frequência

Este banco de resistores (ver Figura 13), identificado como 1R1 no projeto elétrico, é um acessório conectado ao barramento CC do inversor de frequência. Sua função é dissipar o excesso de energia gerado pela desaceleração ou aceleração do motor de indução, impedindo que a tensão ultrapasse o limite máximo do barramento CC. Dessa forma, protege o inversor contra danos e melhora a resposta dinâmica do controle do motor.

Para este modelo de inversor, o nível máximo de tensão do barramento CC é de 618 volts. Com o uso de resistor de frenagem, o inversor deve ser programado (Parâmetro P0153) para 585 a 800 volts. Desta forma, a frenagem reostática atua a partir de 585 volts.

Figura 13 - Resistor de frenagem reostática



Fonte: Elaboração própria (2024).

No Quadro 7 constam os dados de fabricação.

Quadro 7 - Dados de placa do resistor de frenagem reostática

Modelo: 15W3295A.1	Fabricação: 2015
Potência: 6 kW	Resistência: 62 Ω
ED (Estágio de Trabalho ou Duty Cycle) = 100%	

Fonte: Elaboração própria (2024).

O estágio de trabalho (ED) em 100% significa que este resistor foi projetado para operar continuamente sem interrupções, dissipando energia sem a necessidade de períodos de resfriamento.

Uma possível utilidade para resistor seria simular o inversor de frequência como sendo a carga no eixo dos motores M2 (bobinado) e M3 (síncrono). Este cenário é discutido no capítulo 8 (potencialidades).

e) Fonte de alimentação auxiliar 220 Vcc;

Esta fonte externa está disponível no laboratório. Fornece até 240 Vcc, 1200 kVA de potência de saída, e 5 A corrente de saída para alimentar a bobina de excitação da máquina síncrona (M3). A Figura 14 apresenta o modelo utilizado no laboratório.

Figura 14 - Fonte de alimentação 220 Vcc



Fonte: Elaboração própria (2024).

3.3 Apresentação dos instrumentos e medidores

A seguir, são apresentados os instrumentos associados às máquinas elétricas, e os multimedidores instalados na parte frontal da bancada.

a) Transdutor de torque - T22/50Nm

O motor de rotor gaiola de esquilo é equipado com um transdutor de torque, instalado na parte frontal do eixo, com capacidade de medição de até 50 Nm, e disponibiliza sinais de 10-18mA, ou $\pm 5V$. O sinal de corrente é disponibilizado na entrada analógica AI2 do inversor de frequência, convertido em valor percentual, e que pode ser acessado pelo parâmetro de leitura P0019 (Valor de AI2).

A Figura 15 ilustra o modelo similar ao utilizado.

Figura 15 - Imagem ilustrativa do transdutor de torque



Fonte: HBM (2021)

Foi realizado um ensaio exclusivo para entender o funcionamento do sistema de medição de torque via transdutor, analisando o comportamento do valor percentual da entrada analógica AI2 do inversor de frequência, pelo parâmetro P0019. Os detalhes deste ensaio constam na seção 4.2.3, e com este ensaio, foi possível realizar o ensaio de perdas mecânicas e no ferro do gerador, e elaborada a Tabela 1 com os valores aproximados que relacionam a leitura percentual obtida pelo inversor de frequência, com seu respectivo valor de torque no eixo. Assim, considera-se que **1%** de leitura no parâmetro P0019, equivale a aproximadamente **0,5 Nm**.

Tabela 1 – Relação percentual para torque (Nm)					
PARÂMETRO P0019 (%)	TORQUE (Nm)	PARÂMETRO P0019 (%)	TORQUE (Nm)	PARÂMETRO P0019 (%)	TORQUE (Nm)
0,0	0,0	24,0	12,0	48,0	24,0
2,0	1,0	26,0	13,0	50,0	25,0
4,0	2,0	28,0	14,0	52,0	26,0
6,0	3,0	30,0	15,0	54,0	27,0
8,0	4,0	32,0	16,0	56,0	28,0
10,0	5,0	34,0	17,0	58,0	29,0
12,0	6,0	36,0	18,0	60,0	30,0
14,0	7,0	38,0	19,0	62,0	31,0
16,0	8,0	40,0	20,0	64,0	32,0
18,0	9,0	42,0	21,0	66,0	33,0
20,0	10,0	44,0	22,0	68,0	34,0
22,0	11,0	46,0	23,0	70,0	35,0

Fonte: Elaboração própria (2024).

b) Multimedidor JANITZA

Adquirido com recursos do projeto CNPQ, este multimedidor digital modelo UMG 96 S, do fabricante JANITZA (ver Figura 16), representando como 1P1 no projeto elétrico, realiza medições elétricas do motor de indução de rotor bobinado (M2). As principais medições são: corrente, tensão, fator de potência, potências aparente, ativa e reativa, e demais medições de qualidade de energia.

Este multimedidor não é original da bancada. Foi instalado em substituição ao multimedidor do fabricante WEG. Não possui alimentação externa para energização da eletrônica, portanto, se utiliza a própria rede de medição para este propósito. Diante deste aspecto, o *display* é energizado somente quando o

barramento de medição atinge em torno de 50V entre fase e neutro. Possui conexão para comunicação em rede Modbus, protocolo RS-485.

Figura 16 - Multimedidor digital de energia - JANITZA



Fonte: JANITZA (2021). Adquirido com recursos projeto CNPq.

c) Multimedidor SIEMENS

Adquirido com recursos do projeto CNPQ, este multimedidor digital PAC 1020 da SIEMENS (ver Figura 17), identificado como 2P1 no projeto elétrico, monitora a máquina síncrona M3, medindo corrente, tensão, fator de potência e potências aparente, ativa e reativa, além de outros parâmetros de qualidade de energia.

Este multimedidor não é original da bancada. Foi instalado em substituição ao multimedidor do fabricante WEG. Possui alimentação externa para a eletrônica e comunicação via Modbus (RS-485).

Figura 17 - Multimedidor digital de energia - SIEMENS

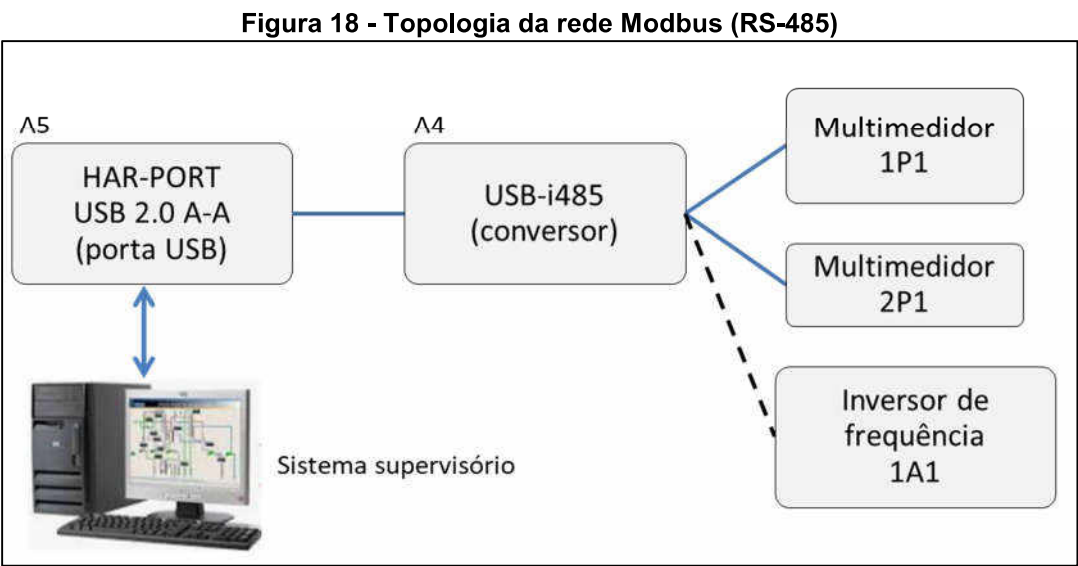


Fonte: SIEMENS (2024). Adquirido com recursos projeto CNPq.

3.4 Rede de comunicação Modbus

A bancada é equipada com uma rede de comunicação Modbus no padrão RS-485, que conecta os multimedidores 1P1 e 2P1, com a possibilidade de integrar o inversor de frequência à mesma rede. Essa configuração permite a leitura dos dados dos multimedidores por meio de uma porta USB localizada na parte frontal da bancada (A5), utilizando um computador para acesso e monitoramento.

A Figura 18 apresenta a topologia da rede de comunicação.

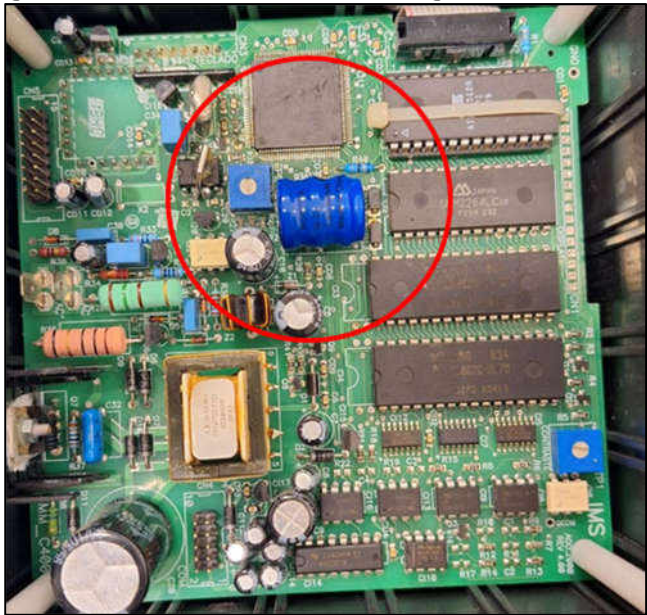


Fonte: Elaboração própria (2025). Computador adquirido com recursos projeto CNPq.

3.5 Modificações dos sistemas de medição e comunicação

Durante a inspeção inicial da bancada, verificou-se que os dois multimedidores do fabricante WEG (1P1 e 2P1) estavam inoperantes devido ao longo período em que permaneceram desligados. Esse problema ocorreu porque as baterias internas apresentaram vazamento, comprometendo outros componentes do circuito interno na região destacada na Figura 19.

Figura 19 - Bateria com defeito e região de vazamento



Fonte: Elaboração própria (2024).

Ambos os multimedidores foram submetidos a tentativas de reparo, porém sem sucesso, pois o vazamento danificou outros componentes. Assim, a solução adotada foi a substituição pelos modelos descritos na seção 3.3.

A Figura 20 apresenta os novos medidores instalados e em operação: à esquerda, o multimetido da SIEMENS, e à direita, o modelo do fabricante JANITZA.

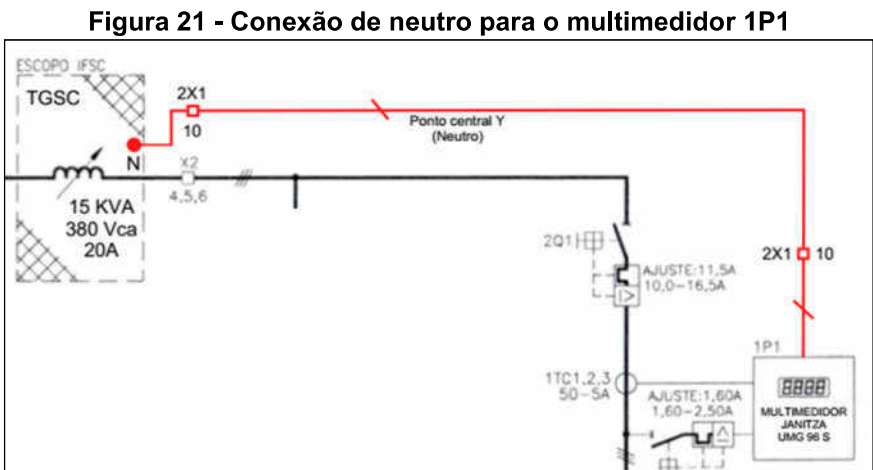
Figura 20 - Novos multimedidores instalados



Fonte: Elaboração própria (2024).

Em decorrência da substituição do multimetido 1P1 pelo modelo UMG 96S do fabricante JANITZA, foi necessário criar a conexão de Neutro para alimentar o circuito eletrônico deste multimetido, visto que este aparelho não possui fonte de alimentação independente e depende da própria tensão do barramento para

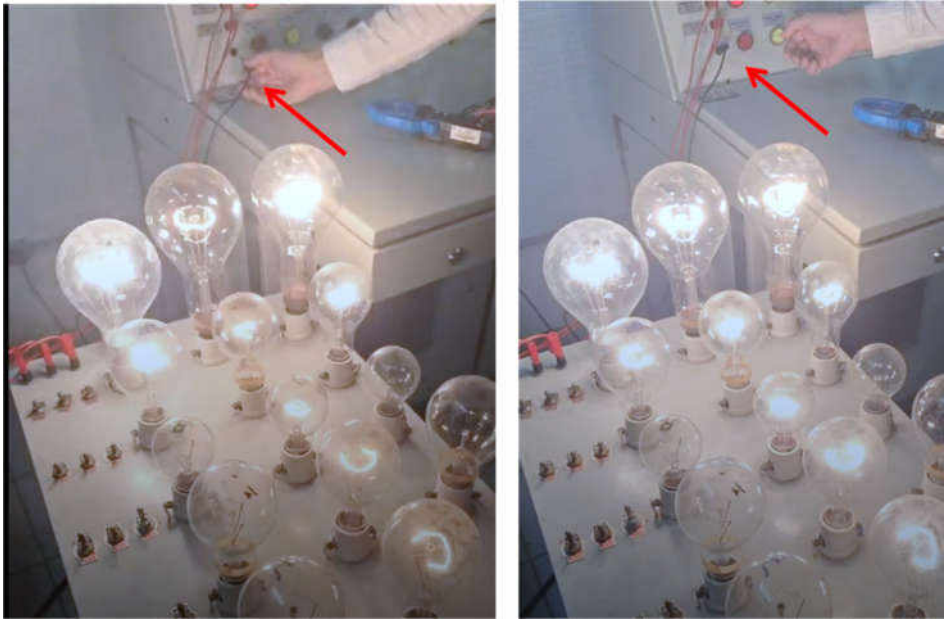
energizar o *display*. O ponto de Neutro é proveniente do regulador de tensão TGSC 15 kVA, conforme destacado na Figura 21.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Outra modificação foi a disponibilização do ponto central do neutro da Máquina Síncrona no painel frontal da bancada por dois motivos. O primeiro foi observado no Ensaio 6 (ver capítulo 6), ao aplicar lâmpadas como carga para o gerador. Com carga trifásica desbalanceada, ocorreu variação no brilho das lâmpadas devido ao desbalanceamento das tensões. A Figura 22 ilustra esse efeito: na imagem à esquerda, sem o Neutro conectado, o brilho é reduzido; à direita, com o Neutro conectado, há aumento do brilho.

Figura 22 - Comparação de luminosidade, sem e com neutro conectado.



Fonte: Elaboração própria (2024).

O segundo motivo desta modificação é devido a topologia de conexões do multimedidor 2P1 (Siemens), que necessita de conexão ao neutro. Sem esta conexão, o dispositivo realiza cálculos estimados, comprometendo a exatidão da medição da corrente, especialmente quando se utiliza cargas elétricas desbalanceadas.

A Figura 23 destaca a localização de instalação do borne para conexão da carga ao Neutro da máquina síncrona.

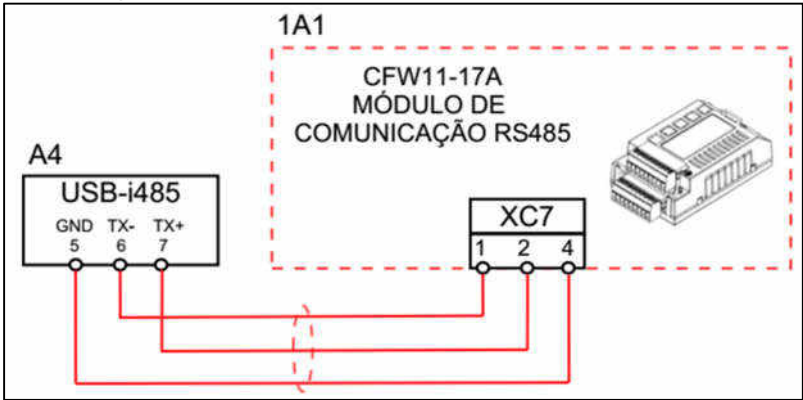
Figura 23 - Ponto de conexão ao neutro da máquina síncrona



Fonte: Elaboração própria (2024).

A última modificação consistiu numa otimização para integrar o inversor de frequência à rede Modbus (RS-485), utilizando o módulo de comunicação RS485-01, e conectado ao conversor USB-i485. Com essa otimização, o inversor pode transmitir e receber dados pela rede. A Figura 24 apresenta o esquema de conexão.

Figura 24 - Conexão do inversor em rede Modbus



Fonte: Elaboração própria (2024).

4 PROCEDIMENTOS E ENSAIOS REALIZADOS COM A BANCADA

4.1 Procedimentos realizados

As primeiras atividades envolveram a preparação da bancada, incluindo reaperto de conexões, substituição de multimedidores com defeito, energização do circuito de comando, instalação do reostato para o motor de rotor bobinado (anéis), e verificações elétricas para permitir a energização do circuito de força, que permita a plena realização de ensaios com as máquinas elétricas. Também foi necessário estudar o projeto elétrico da bancada, identificando funções dos circuitos de força e comando, e compreender os princípios de funcionamento de máquinas síncronas e assíncronas, conforme consta na revisão bibliográfica.

Em seguida, configurou-se o inversor de frequência e acionou-se o motor trifásico de gaiola de esquilo, controlando a velocidade da máquina síncrona operando como gerador. Nesta etapa, aplicaram-se cargas ao estator para análise do comportamento elétrico e mecânico. O mesmo ensaio foi repetido utilizando a máquina síncrona acionada pelo motor de indução trifásico de rotor bobinado. Posteriormente, a máquina síncrona foi operada no modo motor síncrono, energizando o circuito do estator e ajustando a corrente de excitação (campo)

4.2 Ensaios realizados

A unidade curricular obrigatória Conversão Eletromecânica de Energia II, oferecida no curso de Engenharia Elétrica do DAE/IFSC utiliza roteiros para a realização de ensaios com máquinas síncronas, operando como gerador e como motor. Com base nesses roteiros, foram realizados os ensaios descritos a seguir, visando a validação da bancada para a sua utilização em futuras atividades didáticas, não só no curso de Engenharia Elétrica, como também no curso Técnico em Eletrotécnica e no curso de Tecnologia em Sistemas de Energia, também oferecidos pelo DAE.

Esta seção apresenta os resultados e observações mais relevantes dos ensaios realizados com a bancada, em especial com a máquina síncrona, operando nos modos gerador e motor, em conjunto com os dois motores de indução.

4.2.1 Ensaio a vazio do gerador

O ensaio a vazio, conforme NBR 5052 é um procedimento essencial para avaliar o comportamento de uma máquina elétrica rotativa em operação sem carga. Tem por objetivo traçar a característica a vazio (curva de magnetização) do gerador síncrono, que representa a variação da força eletromotriz induzida nos enrolamentos de armadura do gerador, em função das variações na corrente de campo (excitação). Além disso, outros aspectos também podem ser considerados, tais como:

- I. determinar a corrente de excitação consumida pela máquina quando operando sem carga;
- II. identificar as perdas magnéticas associadas ao material do núcleo e ao circuito magnético da máquina;
- III. garantir que a máquina opera corretamente, sem problemas de superaquecimento ou ruídos anormais;
- IV. avaliar os níveis de vibração e ruído durante a operação sem carga.

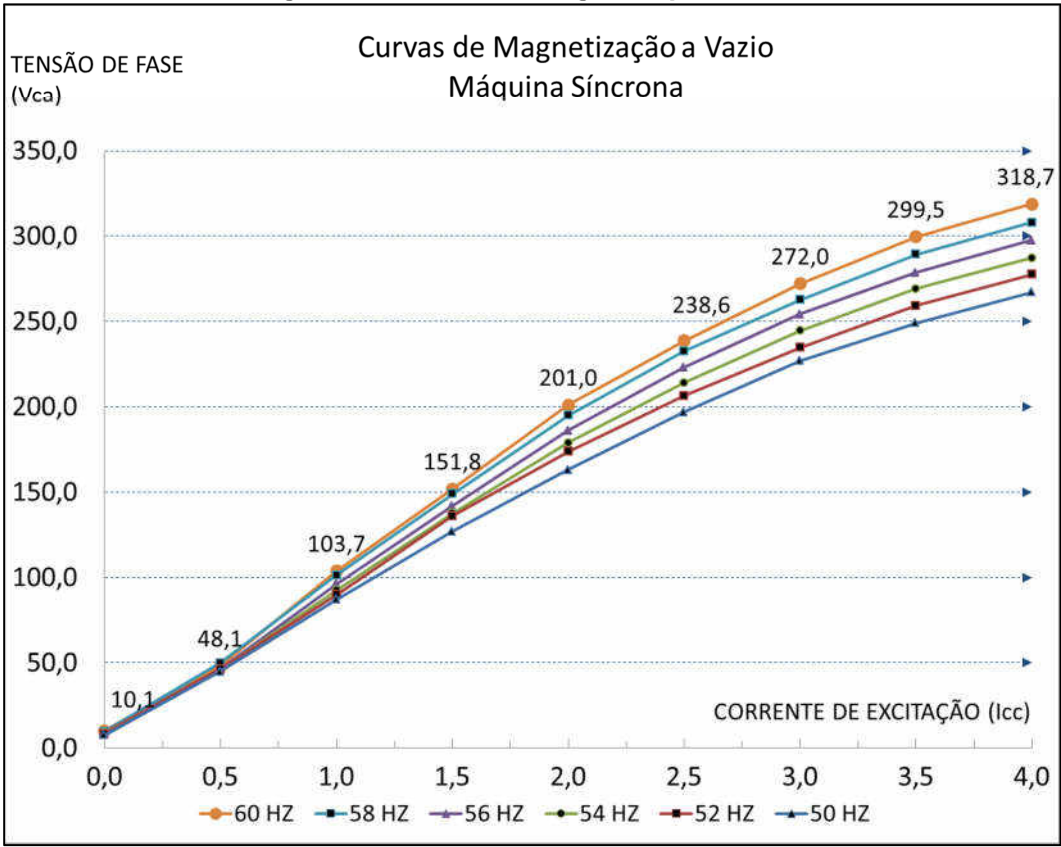
Utilizando o motor de indução com rotor gaiola de esquilo, acionado pelo inversor de frequência, como máquina primária, e com o gerador síncrono a vazio (enrolamentos de armadura abertos), foi possível elevar a rotação da máquina síncrona até 1800 rpm, gerando frequências de 50 Hz a 60 Hz nos terminais de saída do gerador. A bobina de excitação foi alimentada em corrente contínua de zero até 4A, e traçadas as curvas de tensão de armadura (força eletromotriz) em função da corrente de excitação, conforme Figura 25. Os dados do ensaio constam na Tabela 2, para frequências de 50 e 60 Hz.

Tabela 2 - Dados do ensaio do gerador a vazio

Rotação (rpm)	Frequência (Hz)	Corrente Campo (CC)	Tensão Campo (Vcc)	Tensão Linha Gerador (Vca)
1500	50 Hz	0,0	0,0	7,7
1500		0,5	3,0	44,8
1500		1,0	6,0	87,0
1500		1,5	10,0	127,0
1500		2,0	12,0	163,0
1800	60 Hz	0,0	0,0	10,1
1800		0,5	3,0	48,1
1800		1,0	6,0	103,7
1800		1,5	10,0	151,8
1800		2,0	12,0	201,0

Fonte: Elaboração própria (2024).

Figura 25 - Curvas de magnetização a vazio



Fonte: Elaboração própria (2024).

Com uma corrente de 4A na bobina de excitação, obteve-se uma tensão de 318,70V (fase-fase) nos terminais do estator.

4.2.2 Ensaio de curto-circuito do gerador

De acordo com a norma NBR 5052, este ensaio tem por objetivo traçar a característica de curto-circuito do gerador síncrono. A característica de curto-circuito

representa a variação das correntes induzidas nos enrolamentos de armadura do gerador síncrono, em função das variações na corrente de campo (excitação).

Ainda, segundo a norma, os parâmetros do gerador são encontrados por meio dos ensaios de circuito aberto, curto-circuito e de baixo escorregamento, e com os resultados dos ensaios podem ser determinadas a reatância de eixo direto e a reatância de eixo quadratura.

Utilizando o motor de indução com rotor gaiola de esquilo, acionado pelo inversor de frequência, como máquina primária, e com os enrolamentos de armadura curto-circuitados, a corrente de excitação foi aumentada até 1,8 A, ponto em que se atingiu a corrente nominal de armadura (13,70 A). A Tabela 3 apresenta os valores medidos para a corrente de excitação e para a corrente de armadura. As medidas de corrente de armadura forma realizadas nas três fases por meio de alicate amperímetro, e definida a média aritmética.

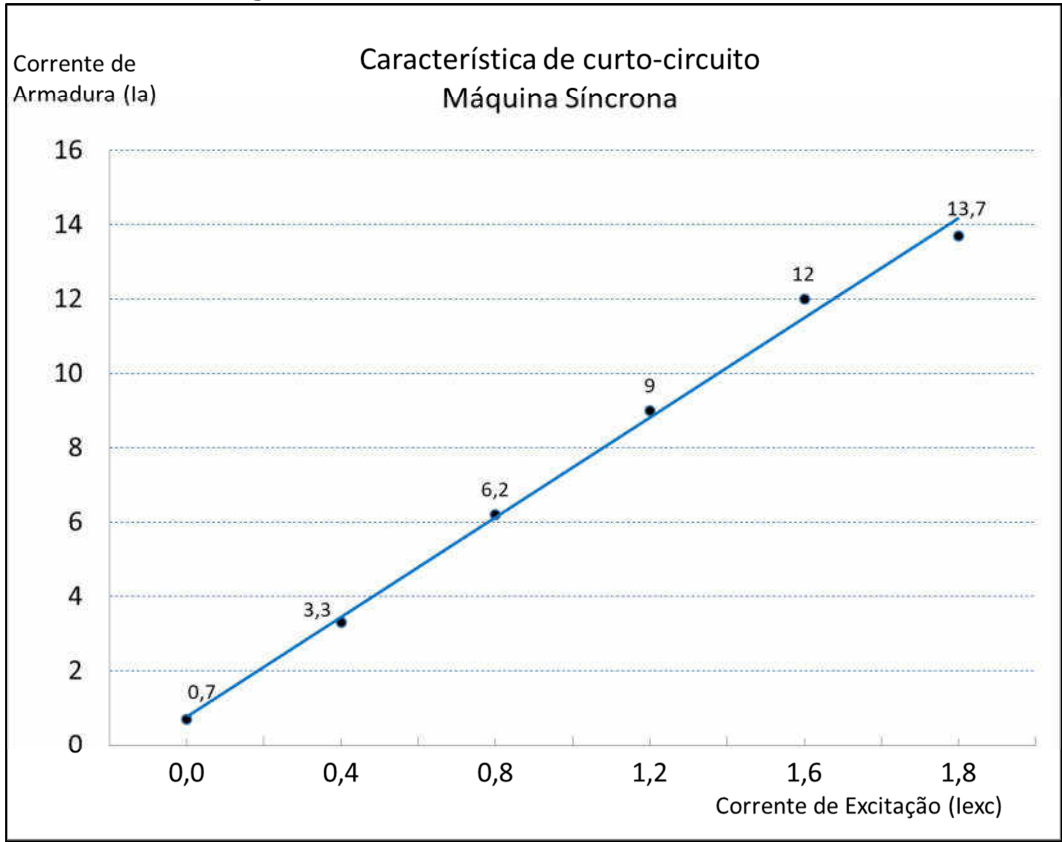
Tabela 3 - Dados do ensaio do gerador em curto-circuito

Corrente de excitação (I_{exc})	Corrente de armadura (I_a)
0	0,7
0,4	3,3
0,8	6,2
1,2	9
1,6	12
1,8	13,7

Fonte: Elaboração própria (2024).

A Figura 26 apresenta a curva linear da característica de curto-circuito da máquina.

Figura 26 - Curva característica de curto-circuito



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.2.3 Ensaio para leitura de torque via transdutor

Para viabilizar o ensaio das perdas mecânicas e das perdas no ferro do gerador, foi necessário realizar previamente um teste com o transdutor para mapear o formato de leitura do torque, cujo sinal de corrente gerado (10-18 mA) é então enviado à entrada analógica AI2 do inversor de frequência (Parâmetro de leitura P0019).

Inicialmente, constatou-se que na condição “sem carga” no gerador, e sem giro mecânico das máquinas, existe um valor residual de corrente (ruído) que circula pelo circuito de medição, indicando em torno de 4,66 a 4,72% no parâmetro P0019 do inversor de frequência, portanto, esse valor deve ser subtraído ao efetuar os ensaios com o gerador. A Figura 27 foi obtida pelo *software* do inversor de frequência, onde é possível perceber este sinal de ruído que aparece na entrada analógica AI2.

Figura 27 - Valor da entrada analógica AI2



Fonte: Elaboração própria (2024).

O ensaio consistiu em adicionar cargas gradativamente, e observar o valor percentual no parâmetro P0019 (valor líquido), que representa o valor indicado no parâmetro do inversor subtraído do sinal de ruído (aproximadamente 4,66%). Os dados do ensaio são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Leitura de torque na entrada analógica AI2

Carga	Potência de Saída Gerador (W)	Leitura de Valor AI2 (Parâmetro P0019) Valor bruto	Leitura de Valor AI2 (Parâmetro P0019) Valor líquido
Sem carga	0	12,72%	8,06%
Carga 1	1480	28,50%	23,84%
Carga 2	2480	39,90%	35,24%
Carga 3	3240	48,70%	44,04%
Carga 4	3960	56,72%	52,06%

Fonte: Elaboração própria (2024).

Observou-se que somente o giro mecânico da máquina primária e sem carga no estator do gerador, há um torque de aproximadamente 8,06% para suprir as perdas mecânicas no gerador. Ao acrescentar 1480 W de carga no gerador, este valor de torque aumenta para 23,84%. Ou seja, um acréscimo de 15,78% no valor da entrada analógica AI2.

Os dados são reorganizados na Tabela 5 para efetuar o cálculo de torque para cada acréscimo de carga, por meio da equação 2.

$$T = \frac{P}{2 * \pi * 1800/60} \text{ (Nm)}$$

(2)

em que:
P = Potência ativa conectada ao estator do gerador [Watts].

Tabela 5 - Cálculo de torque em função da potência conectada ao gerador					
Carga	Acréscimo de carga no gerador (W)	Diferença percentual de Valor AI2 (Parâmetro P0019)	Torque calculado (Nm)	Torque acumulado (Nm)	Relação % para Nm
Sem carga	0	8,06%	0,00	0,00	-
Carga 1	1480	15,78%	7,85	7,85	0,50
Carga 2	1000	11,40%	5,31	13,16	0,47
Carga 3	760	8,80%	4,03	17,19	0,46
Carga 4	720	8,02%	3,82	21,01	0,48
TOTAL	3960	52,06%	21,01	21,01	0,40

Fonte: Elaboração própria (2024).

Diante deste cenário, constatou-se que o aumento de **1%** no valor de leitura no parâmetro P0019 (Valor de AI2), é resultado de um aumento de torque no valor de **0,5 Nm** aproximadamente, e que este valor tende a diminuir com aumento significativo de carga, atingindo em torno de 0,40 Nm para cada 1%, em cargas próximas de 3960 W conectadas ao estator gerador.

Com esta relação de valor percentual para Newton-metro, então foi possível realizar o ensaio para determinação das perdas mecânicas e perdas no ferro da máquina síncrona.

4.2.4 Ensaio para a determinação das perdas mecânicas e das perdas no ferro do gerador

O objetivo deste ensaio é estimar as perdas rotacionais do gerador síncrono, compostas pelas perdas mecânicas e pelas perdas no ferro.

Utilizando o motor de indução com rotor gaiola de esquilo como máquina primária, acionado pelo inversor de frequência, com velocidade de 1800 rpm, e com o gerador síncrono a vazio, foi medido o torque produzido pelo motor de indução (ver Tabela 6), indicado pelo transdutor de torque no parâmetro P0019, inicialmente

com corrente de excitação nula e em seguida, com o valor de corrente de excitação que resultou em tensão de armadura nominal, conforme Tabela 7.

Tabela 6 - Medição de torque sem corrente de excitação

Condição	Torque bruto (%) (Parâmetro P0019)	Torque residual (%) (Parâmetro P0019)	Torque líquido (%) (Parâmetro P0019)	Torque líquido (Nm) [1% = 0,5 Nm]
Sem corrente de excitação	7,15%	4,66%	2,49%	1,245

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 7 - Medição de torque com corrente de excitação

Condição	Torque bruto (%) (Parâmetro P0019)	Torque residual (%) (Parâmetro P0019)	Torque líquido (%) (Parâmetro P0019)	Torque líquido (Nm) [1% = 0,5 Nm]
Com corrente de excitação	11,04%	4,66%	6,38%	3,19

Fonte: Elaboração própria (2025).

O torque residual de aproximadamente 4,66% trata-se de um sinal de ruído que circula no sistema de medição, e os valores de torque das Tabelas 6 e 7 são obtidos por meio da relação percentual para Newton-metro, conforme resultados obtidos no ensaio descrito na seção 4.2.3.

A Tabela 8 apresenta as potências mecânicas rotacionais calculadas pela equação 3.

$$P = T * 2 * \pi * \frac{N}{60} (W)$$

(3)

em que:

- T = Torque rotacional [Nm]
- N = Rotação do gerador [rpm]

Tabela 8 - Potência mecânica rotacional

Condição	Rotação (rpm)	Torque líquido (Nm)	Potência mecânica rotacional (W)
Sem corrente de excitação	1800	1,245	234,67
Com corrente de excitação	1800	3,19	601,30

Fonte: Elaboração própria (2025).

A seguir, o procedimento dos cálculos para determinar as perdas mecânicas e perdas no ferro do gerador.

- a) Inversor energizado com velocidade nula e corrente de excitação nula:

$$Torque\ residual = 4,66\% = 2,33\ Nm$$

- b) Gerador com velocidade nominal (1800 rpm), e corrente de excitação nula:

$$\text{Torque bruto} = 7,15\% = 3,575 \text{ Nm}$$

- c) $\text{Torque liquido} = \text{bruto} - \text{residual} = 3,575 - 2,33 = 1,245 \text{ Nm}$

$$P_{m1} (W) = 1,245 \times 2\pi \times \frac{1800}{60} = 234,67 \text{ W}$$

- d) Gerador com velocidade nominal e com corrente de excitação (tensão nominal de saída):

$$\text{Torque bruto} = 11,04\% = 5,52 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} \text{Torque liquido} &= \text{Torque bruto} - \text{Torque residual} \\ &= 5,52 - 2,33 = 3,19 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$P_{m2} (W) = 3,19 \times 2\pi \times \frac{1800}{60} = 601,30 \text{ W}$$

- e) Perdas mecânicas e perdas no ferro do gerador:

$$\text{Perdas Mecânicas: } P_{mec} = P_{m1} = 234,67 \text{ W}$$

$$\text{Perdas no Ferro: } P_{fe} = P_{m2} - P_{m1}$$

$$601,30 - 234,67 = 366,63 \text{ W}$$

4.2.5 Ensaio de característica externa do gerador

Segundo a norma NBR 5052, este ensaio tem por objetivo avaliar o comportamento da tensão de saída em função da carga aplicada. Isso permite verificar como a tensão varia quando diferentes níveis de corrente são fornecidos aos terminais do gerador.

Para medição de corrente foi utilizado um amperímetro alicate, e para medição de potência ativa foi pelo método de utilização de dois wattímetros. O procedimento do ensaio consiste em acionar o gerador a vazio em velocidade e frequência nominais (60 Hz), aumentando gradualmente a corrente de excitação até atingir a tensão nominal (220 V). Em seguida, a carga é aumentada progressivamente, mantendo constantes a corrente de excitação, a velocidade e a frequência, enquanto são medidas a tensão de saída (V_a), a corrente de armadura (I_a) e a potência ativa fornecida à carga (W_1 e W_2).

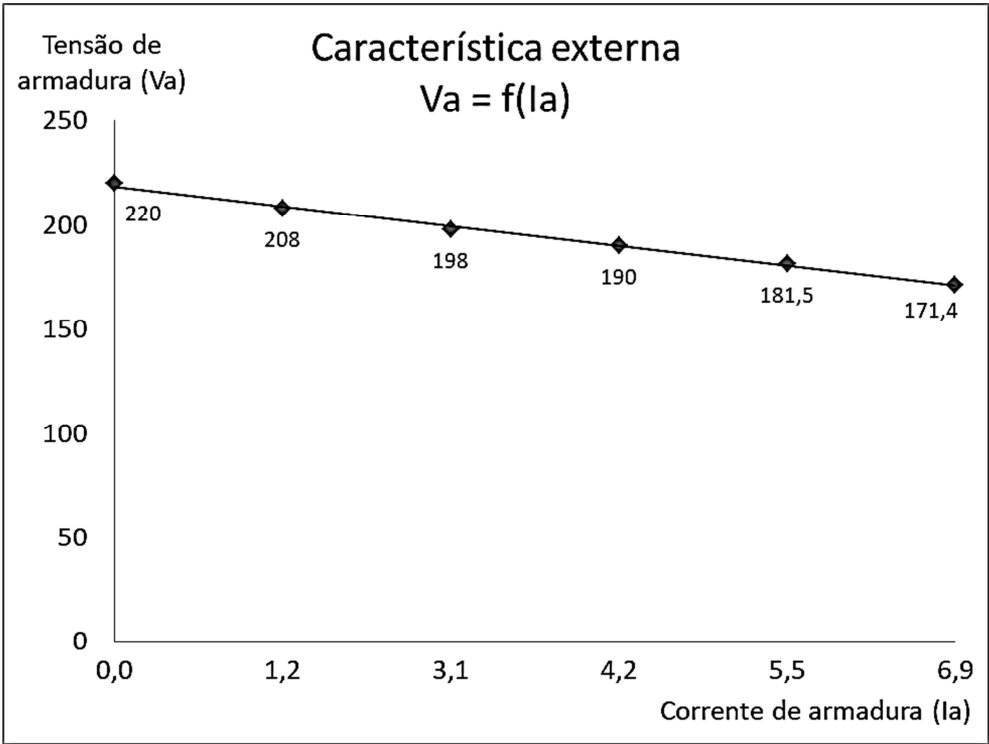
Os dados do ensaio com carga RL (resistiva-indutiva) constam na Tabela 9, e a Figura 28 apresenta o gráfico da curva de característica externa do gerador para este tipo de carga. Notar que não foi possível atingir a corrente nominal do gerador devido pouca carga disponível no laboratório. A máxima corrente atingida no gerador foi de 6,9 A, cerca de 52% da corrente nominal da máquina.

Tabela 9 - Dados do ensaio de característica externa (carga RL)

Ia (A)	Va (V)	W ₁ (W)	W ₂ (W)	Hz
0	220	0	0	60
1,2	208	160	240	60
3,1	198	440	600	60
4,2	190	560	760	60
5,5	181,5	680	960	60
6,9	171,4	880	1080	60

Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 28 - Curva característica externa para carga RL



Fonte: Elaboração própria (2025).

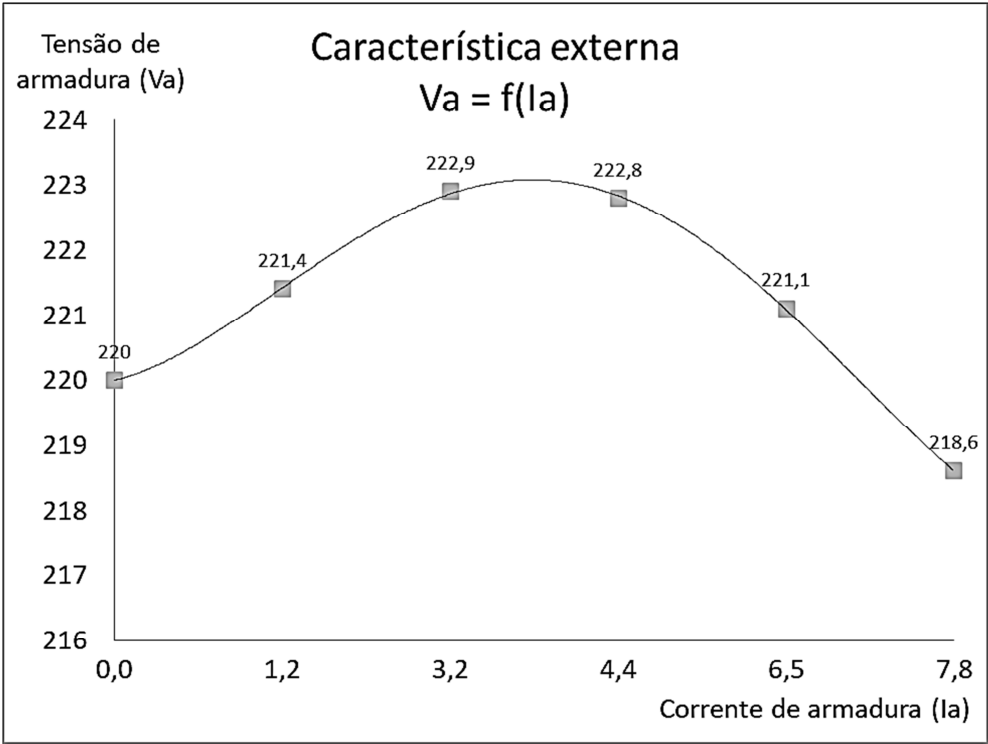
O ensaio foi repetido para carga RC (resistiva-capacitiva), os dados contam na Tabela 10, e a Figura 29 apresenta o gráfico de comportamento da tensão em função da corrente de armadura. Notar que acréscimos de carga não resultaram num aumento significativo da tensão de armadura (pouco efeito magnetizante). O efeito magnetizante foi observado até a corrente 6,5 A, onde a tensão de armadura ficou acima da tensão nominal do gerador.

Tabela 10 - Dados do ensaio de característica externa (carga RC)

Ia (A)	Va (V)	W ₁ (W)	W ₂ (W)	Hz
0	220	0	0	60
1,2	221,4	280	160	60
3,2	222,9	720	480	60
4,4	222,8	1000	640	60
6,5	221,1	1480	720	60
7,8	218,6	1680	1260	60

Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 29 - Curva característica externa para carga RC



Fonte: Elaboração própria (2025).

4.2.6 Ensaio de regulação de tensão do gerador

O objetivo do ensaio de característica de regulação é estabelecer os valores de corrente de excitação necessários para manter a tensão de saída na armadura constante (no valor nominal), após acréscimos de carga.

O gerador síncrono foi acionado, a vazio, com velocidade ajustada em 1.800 rpm e corrente de excitação ajustada para que a tensão de saída na armadura atingisse valor nominal. Na sequência, para cada acréscimo de carga, efetuou-se, por meio do inversor de frequência, o ajuste da velocidade, para reestabelecer a

frequência nominal, bem como o ajuste da corrente de excitação, para reestabelecer a tensão de saída nominal.

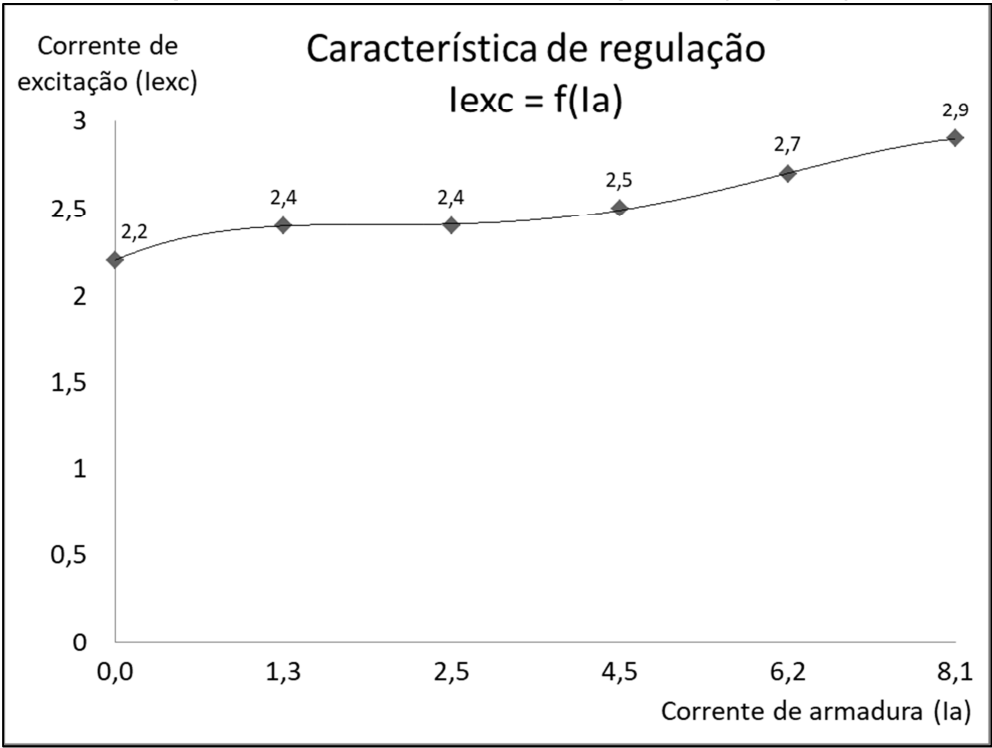
As leituras foram realizadas pelo método de dois wattímetros (ver Figura 32), e com alicate amperímetro, mas também podem ser obtidas pelo multimetror digital (2P1). Os valores medidos do ensaio com carga RL (resistiva-indutiva) constam na Tabela 11, e na Figura 30 o gráfico da curva característica de regulação do gerador. Devido à quantidade reduzida de cargas disponíveis no laboratório, o valor máximo de corrente de armadura foi de 8,1 A.

Tabela 11 - Dados do ensaio de regulação (carga RL)

Ia (A)	Va (V)	W ₁ (W)	W ₂ (W)	Hz	I _{exc} (A)
0	220	0	0	60	2,2
1,3	220	160	280	60	2,4
2,5	220	320	520	60	2,4
4,5	220	640	920	60	2,5
6,2	220	920	1280	60	2,7
8,1	220	1240	1720	60	2,9

Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 30 - Curva característica de regulação (carga RL)



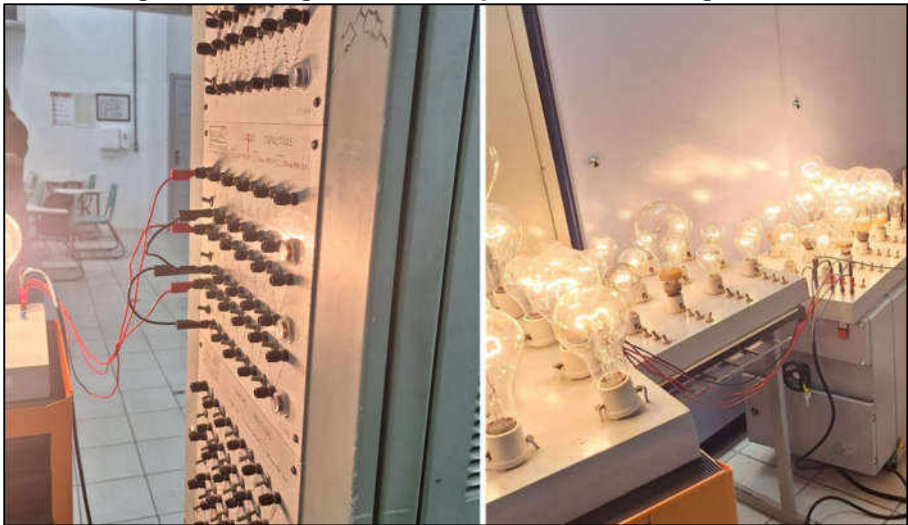
Fonte: Elaboração própria (2025).

Optou-se por não realizar o ensaio com carga RC, pois o ensaio de característica externa apresentou pouca variação de tensão com esse tipo de carga.

O valor mínimo registrado foi de 218,6 V, resultando em uma diferença de apenas 1,4 V em relação à tensão nominal de 220 V. Essa variação é insignificante para o ajuste da regulação, tornando o ensaio desnecessário.

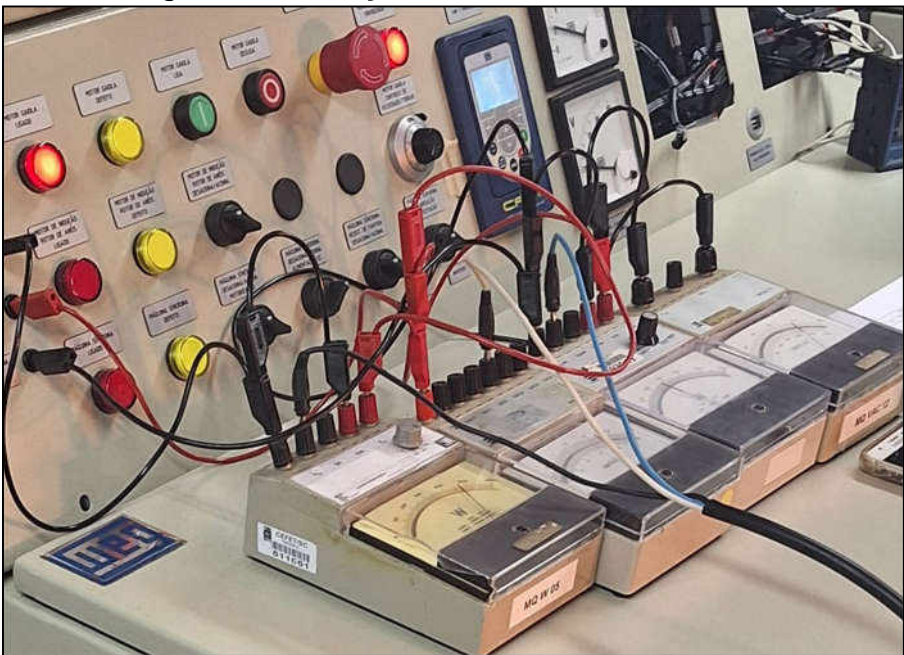
A Figura 31 apresenta imagens das cargas utilizadas para este ensaio, bem como para o ensaio de característica externa. Foram utilizadas lâmpadas incandescentes e um painel equipado com cargas resistivas, indutivas e capacitivas.

Figura 31 - Cargas utilizadas para o ensaio do gerador



Fonte: Elaboração própria (2024).

Figura 32 – Utilização do método dois wattímetros



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.2.7 Ensaio de ajuste do fator de potência do motor síncrono

Como o motor síncrono não possui torque de partida devido ao fato de seu rotor estar inicialmente parado em relação ao campo girante do estator, foi necessário acioná-lo como um motor de indução (assíncrono) para este ensaio, de forma semelhante ao motor de rotor em gaiola. As bobinas do rotor permitem que o motor síncrono opere temporariamente como um motor de indução até alcançar a velocidade síncrona, momento em que passa a desenvolver torque no eixo.

O acoplamento mecânico com os dois motores de indução já representou um certo percentual de carga mecânica. Desse modo, após o acionamento do motor síncrono, foram efetuados sucessivos aumentos na corrente de excitação, na faixa entre 0,4 A e 3,8 A, medindo-se os respectivos valores de corrente de armadura, potência ativa, aparente, e fator de potência via multimedidor digital. Os valores medidos são apresentados na Tabela 12, e na Figura 33 apresenta-se o gráfico que representa a variação da corrente de armadura do motor, e o respectivo fator de potência, ambos em função da corrente de excitação. Tal gráfico é conhecido como curva "V" do motor síncrono.

Para o cálculo do fator de potência, utilizou-se a equação 4.

$$FP \text{ (calculado)} = \frac{P}{\sqrt{3} * VL * IL} \tag{4}$$

em que:

P = Potência ativa [W];

VL = Tensão de linha = 220 V;

IL = Corrente de armadura (corrente de linha) (A).

Para a corrente de armadura, considerou-se a média aritmética entre o valor das três fases, medidas por auxílio de alicate amperímetro.

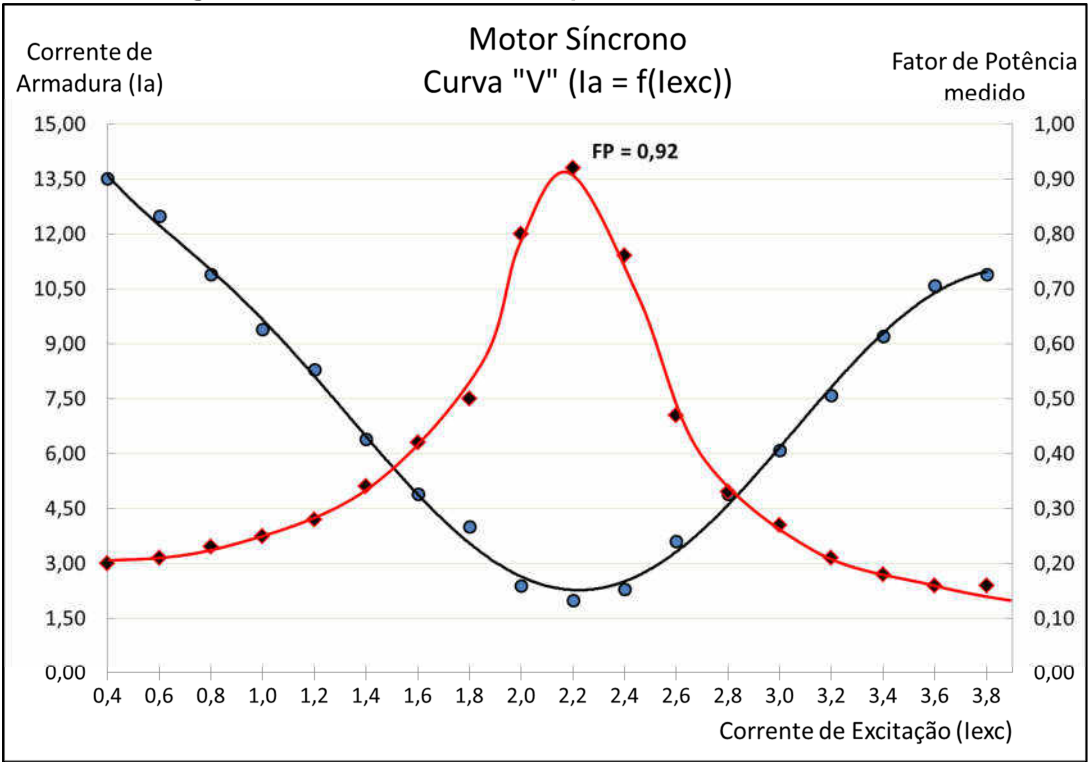
Tabela 12 - Dados do ensaio do motor síncrono

lexc (A)	Va (V)	Ia (A)	Potência ativa (W)	Potência aparente (VA)	Fator de Potência medido	Fator de Potência calculado
0,4	220	13,52	1060	5310	0,20	0,21
0,6	220	12,50	1010	4800,0	0,21	0,21
0,8	220	10,90	950	4200,0	0,23	0,23
1,0	220	9,40	900	3560,0	0,25	0,25
1,2	220	8,30	870	3140,0	0,28	0,28
1,4	220	6,40	820	2450,0	0,34	0,34
1,6	220	4,90	790	1890,0	0,42	0,42
1,8	220	4,00	760	1530,0	0,50	0,50
2,0	220	2,40	710	900,0	0,80	0,78
2,2	220	2,00	690	740,0	0,92	0,91
2,4	220	2,30	670	880,0	0,76	0,76
2,6	220	3,60	640	1360,0	0,47	0,47
2,8	220	4,90	630	1880,0	0,33	0,34
3,0	220	6,10	620	2330,0	0,27	0,27
3,2	220	7,60	650	2920,0	0,21	0,22
3,4	220	9,20	640	3520,0	0,18	0,18
3,6	220	10,60	660	4040,0	0,16	0,16

Fonte: Elaboração própria (2025).

Para cada ajuste na corrente de excitação, a tensão de linha precisou ser regulada para 220 V. O valor máximo de corrente de excitação alcançado foi de 3,8 A, limitado tanto pela restrição mecânica do ajuste do reostato R2 quanto pelo limite da corrente nominal da bobina de excitação da máquina, que é de 4,02 A.

Figura 33 - Curva "V" e fator de potência do motor síncrono



Fonte: Elaboração própria (2025).

Para uma corrente de excitação de 2,2 A, o máximo fator de potência obtido é de 0,92 (ponto máximo da curva vermelha). Neste ponto, a base da curva "V" (cor preta) registra o menor valor de corrente de armadura (2,0 A).

A parte esquerda da curva é a região de subexcitação ($I_{exc} < 2,2$ A). Nesta região, o motor absorve potência reativa indutiva da rede, e o fator de potência é atrasado, semelhante a uma carga indutiva. E para manter o torque, a corrente de armadura aumenta.

A parte direita da curva é a região de sobreexcitação ($I_{exc} > 2,2$ A). Nesta região o motor fornece potência reativa capacitiva à rede, ajudando na correção do fator de potência. O fator de potência do motor é adiantado, e para compensar a sobreexcitação, a corrente de armadura aumenta novamente.

5 POTENCIALIDADES DA BANCADA DE ENSAIOS

Este capítulo tem como objetivo o aprofundamento teórico sobre as diversas potencialidades que a bancada didática de ensaios pode oferecer para o ensino e a pesquisa científica.

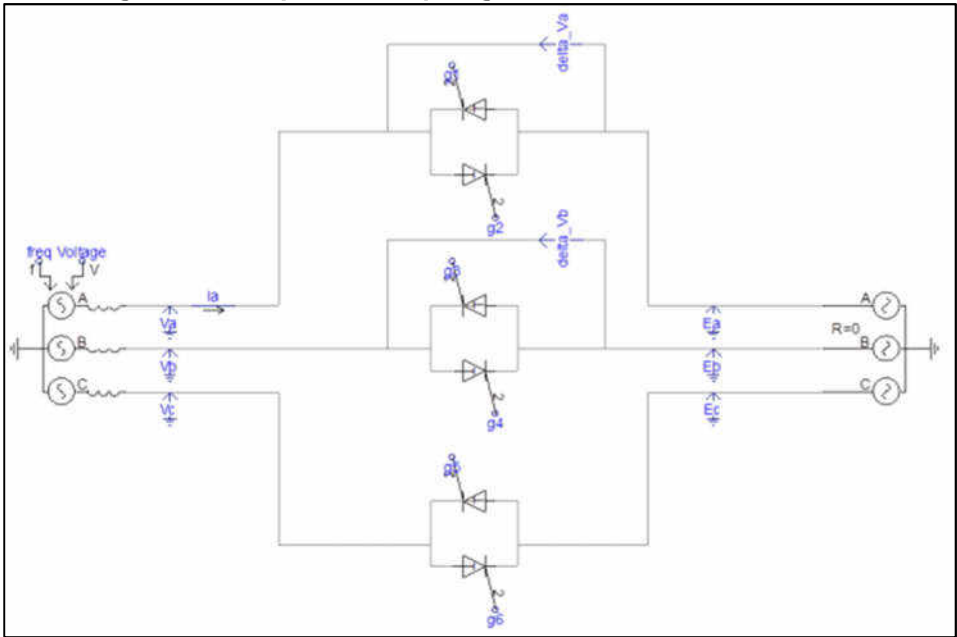
5.1 Sincronismo com a rede elétrica

A bancada permite que a máquina síncrona, operando como gerador, forneça potência para a rede elétrica principal. No entanto, o sistema carece de controle eletrônico para o sincronismo e de proteção elétrica adequada para o fluxo de potência do gerador em direção à rede. Essa ausência de controle e proteção limita a segurança e a eficiência da operação, destacando a necessidade de monitoramento e de intervenções manuais para evitar riscos de desfasamento e outros problemas elétricos durante o processo de conexão e transferência de energia.

Uma forma de contornar esta limitação da bancada, seria desenvolver um dispositivo eletrônico de potência que promova o sincronismo de forma segura e controlável, como por exemplo, o método de sincronismo aplicado a sistemas de geração distribuída, desenvolvido por Neves (2016). Neves apresenta uma estratégia de projeto de um circuito simplificado, utilizando tiristores e chaves estáticas para o sincronismo, que recebe um número de medidas elétricas reduzidas, tornando as operações mais simples em comparação com outros métodos já existentes.

A Figura 34 apresenta a topologia do circuito elaborado pelo autor, demonstrando os tiristores em antiparalelo, permitindo o fluxo bidirecional de corrente. O disparo dos tiristores é controlado por um circuito lógico de geração de pulsos com frequência até 60 Hz.

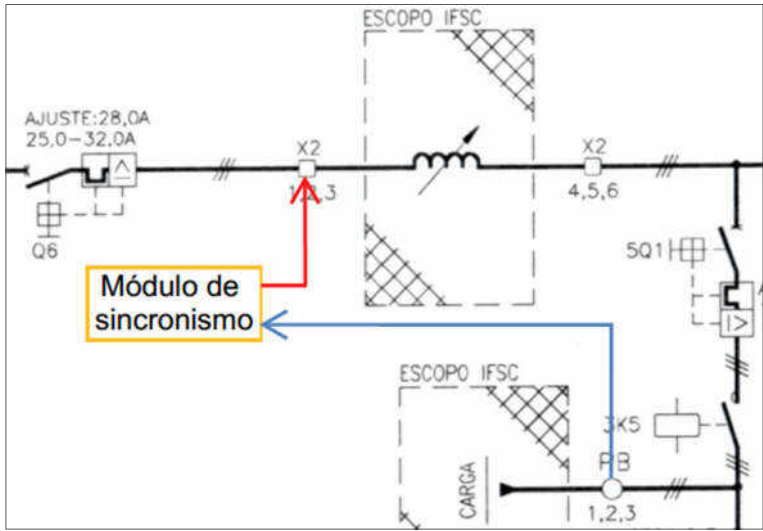
Figura 34 - Proposta de topologia do circuito de sincronismo



Fonte: Neves (2016).

Uma possível proposta de implementação no projeto elétrico da bancada é conectar o módulo de sincronismo em paralelo aos terminais da carga (PB:1, PB:2 e PB:3) e aos terminais 1, 2 e 3 da régua X2. Dessa forma, o fluxo de corrente proveniente do gerador (seta azul) é transferido para a rede elétrica através do módulo (seta vermelha), conforme Figura 35.

Figura 35 - Proposta de conexão do módulo de sincronismo



Fonte: Elaboração própria (2025).

Além disso, adicionam-se as devidas proteções na entrada e saída do módulo, inclusive com intertravamento, garantindo que o contator 3K5 não seja

acionado enquanto a máquina síncrona estiver em modo de sincronismo com a rede elétrica.

5.2 Configuração mestre-escravo para motores

Sistemas de controle de movimento no modo mestre-escravo são muito utilizados onde se necessita manter a mesma velocidade e posicionamento com vários conjuntos de acionamentos simultaneamente. Nestes tipos de sistemas existe uma unidade na função de mestre e uma ou mais unidades na função de escravo. Com este tipo de controle consegue-se manter a mesma velocidade e posição em todas as unidades acionadas, isto é, consegue-se uma sincronização (FUSCO & REIS, 2009).

A bancada didática permite implementar um sistema mestre-escravo para sincronizar velocidade, torque e posicionamento de motores de indução assíncronos, que compartilham o torque exigido pela máquina síncrona em modo gerador. A precisão desse controle exige automação eletrônica.

O conjunto composto pela bancada e os motores apresenta uma configuração que pré-define a topologia mestre-escravo, conforme descrito a seguir:

- I. o motor de rotor em anéis (bobinado) é operado manualmente por um regulador de tensão do estator, e pelo reostato do rotor, portanto, este motor deve operar como sendo o “mestre” na topologia;
- II. o motor de rotor em gaiola, por sua vez, é acionado por um inversor de frequência, caracterizando sua função como “escravo” no sistema.

Seguindo a topologia apresentada, o motor mestre transmite os dados de corrente e velocidade a um dispositivo eletrônico, como por exemplo, um controlador lógico programável (CLP). Esse dispositivo, por sua vez, encaminha os sinais de referência para as entradas analógicas do inversor de frequência. O inversor utiliza esses sinais para realizar o controle preciso do motor de rotor em gaiola, ajustando seu funcionamento conforme as especificações recebidas do motor mestre.

5.3 Ensaio de rotor travado

Este ensaio não está presente no roteiro original, pois foi desenvolvido ao longo do trabalho, a partir de uma nova técnica aplicada à bancada. O objetivo é fazer com que o inversor de frequência aplique torque no eixo sem gerar rotação (similar ao freio de Foucault) e avaliar o comportamento do motor M2 (rotor bobinado).

A técnica consiste em configurar o inversor de frequência no modo "**Vetorial com encoder**", onde o controle do motor é orientado pelo campo, garantindo precisão de velocidade, alto torque de partida e resposta dinâmica rápida. Neste modo, o inversor injeta no rotor do motor M1 (rotor gaiola) uma corrente de 40% a 50% da nominal, sem gerar rotação, apenas mantendo sua magnetização. Quando o motor de anéis (M2) inicia o movimento inverso, o inversor aumenta a corrente de magnetização de M1 para bloquear essa rotação, elevando a corrente do motor M2 até atingir seu valor nominal, simulando seu rotor travado.

O resultado observado foi o aumento das correntes dos motores M1 e M2 até seus valores nominais, e o eixo permaneceu parado, devido à força contrária de bloqueio imposta pelo inversor de frequência. A Figura 36 registra a corrente atingida pelo motor M2 durante o tempo em que esteve com rotor travado.

Figura 36 - Corrente do motor M2 com rotor travado



Fonte: Elaboração própria (2025).

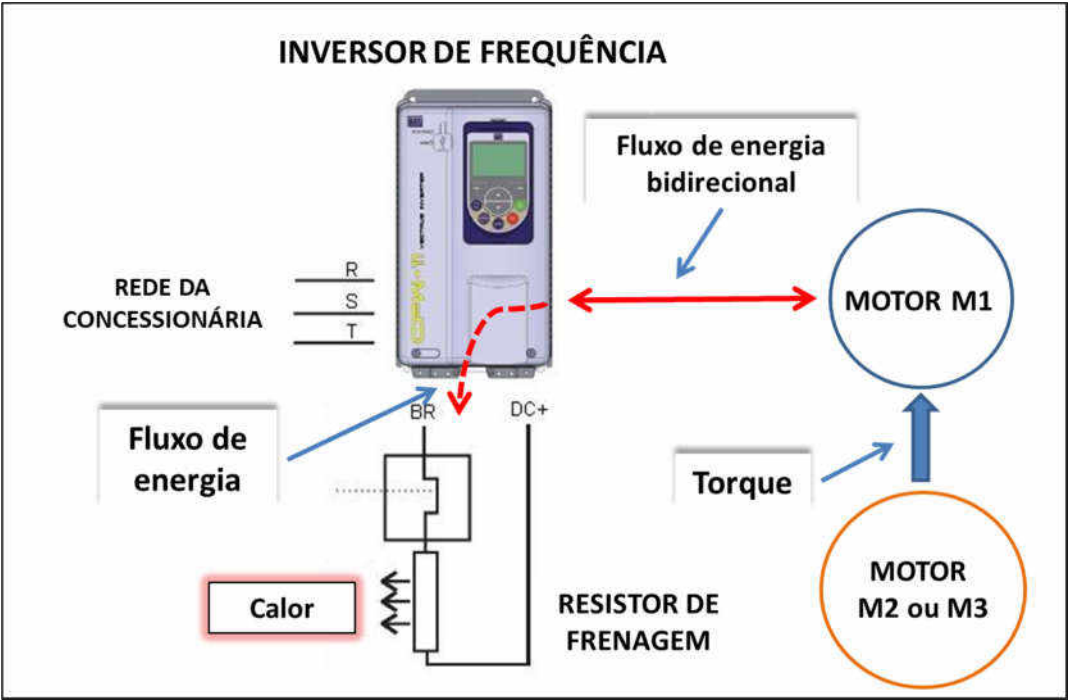
Essa constatação indica que a técnica pode simular não apenas o ensaio de rotor travado, mas também a simulação gradual de carga no eixo do motor M2. Para isso, é necessário avaliar a possibilidade de limitar a corrente de magnetização do inversor, permitindo o movimento contrário de rotação sem travar o eixo do motor M2.

5.4 Regeneração de energia e dissipação no resistor de frenagem

A presença de um banco de resistores no barramento CC do inversor sugere a possibilidade de configurá-lo para simular uma carga no eixo dos motores M2 e M3, complementando o que foi realizado no item 7.3. Para isso, é necessário investigar as formas de parametrização do inversor com injeção de corrente de magnetização no motor M1, permitindo a aceleração dos motores M2 e M3 até a velocidade nominal.

A Figura 37 apresenta o esquema do processo, no qual o motor M2 ou M3 fornece torque ao eixo do motor M1. Caso o motor M1 esteja com o rotor magnetizado, ocorreria a regeneração de energia em direção ao inversor de frequência. Para evitar sobretensão no barramento CC, o inversor dissipa o excesso de energia através do banco de resistores, garantindo o controle do limite máximo de tensão. Dessa forma, o conjunto inversor de frequência + banco de resistores atua como uma carga simulada para os motores M2 e M3.

Figura 37 - Fluxo de regeneração de energia e dissipação



Fonte: Elaboração própria (2025).

O resistor de frenagem possui uma potência de 6 kW, superior à potência individual dos motores M2 e M3, além de um fator de serviço (ED) de 100%. Estas características sugerem sua viabilidade de suportar a potência máxima destes dois motores, e operar de modo contínuo durante o processo de regeneração de energia.

Esta técnica envolve o estudo aprofundado das funções de parametrização do inversor de frequência associadas ao uso do resistor de frenagem (frenagem com perdas), corrente de magnetização, e controle vetorial. Os ensaios devem ser realizados com **máxima cautela**, devido o acoplamento mecânico entre as máquinas, a fim de evitar desalinhamentos, esforços excessivos e possíveis danos ao sistema.

5.5 Funções avançadas do inversor de frequência

Diante do exposto nas seções 5.2, 5.3 e 5.4, verifica-se que grande parte das potencialidades a serem exploradas na bancada estão diretamente relacionadas ao uso avançado e à compreensão das funções do inversor de frequência. Sua principal vantagem reside no acionamento eletrônico baseado em controle PWM (Modulação por Largura de Pulso), associado a um banco de resistores acoplado ao barramento CC, um Encoder para precisão na medição de velocidade e

posicionamento, e um transdutor de torque conectado à entrada analógica do inversor.

Essa combinação de recursos possibilita a realização de diversos ensaios, tais como:

- I. ensaio de eficiência do sistema (Máquina Primária + Gerador), com objetivo de calcular a eficiência global do conjunto inversor-motor-gerador;
- II. ensaio de precisão e estabilidade da velocidade com Controle Vetorial, para avaliar a estabilidade da velocidade em função da carga aplicada ao gerador;
- III. ensaio de frenagem regenerativa e controle de parada, para testar a eficiência do sistema de frenagem e a dissipação de energia no resistor;
- IV. ensaio de variação da frequência e impacto na geração de Energia, para avaliar como a variação da frequência do inversor afeta a geração de energia no gerador;
- V. ensaio de partida e parada controlada com rampas de aceleração e desaceleração, para analisar a influência das rampas de aceleração e desaceleração na integridade mecânica e elétrica do sistema.

6 CONCLUSÃO

A pesquisa bibliográfica sobre os conceitos construtivos e funcionais das máquinas elétricas foi fundamental para a análise dos ensaios (Capítulo 2) e para a estruturação das potencialidades da bancada (Capítulo 5). Um entendimento sólido dessas máquinas é essencial para a condução eficiente dos ensaios e o pleno aproveitamento da bancada.

O trabalho exigiu um estudo detalhado do projeto elétrico da bancada, único documento disponível para orientar a energização, o acionamento e o controle das máquinas e periféricos. Diante da falta de documentação, elaborou-se o Manual de Instruções e Operação (Apêndice A), que apresenta de forma didática os procedimentos necessários.

Durante os ensaios, verificou-se a necessidade de adquirir mais cargas resistivas, capacitivas e indutivas para o gerador síncrono, pois as disponíveis não foram suficientes para atingir sua corrente nominal. Além disso, recomenda-se substituir o multimedidor 1P1 (Janitza) por um modelo similar ao 2P1 (Siemens), que possui alimentação auxiliar. O modelo atual não é adequado para testes de rotor travado no motor de rotor bobinado, pois sua eletrônica é alimentada pelo próprio barramento do motor.

As modificações realizadas para a operação da bancada estão documentadas no projeto elétrico As-built (como executado), conforme Anexo A, incluindo a substituição de multimedidores, a disponibilização do ponto de conexão ao neutro da máquina síncrona e a conexão do inversor de frequência à rede Modbus.

Em resumo, a bancada possibilita a realização de ensaios, fornecendo dados via Modbus para um sistema supervisório e expandindo as oportunidades de experimentação. Dessa forma, torna viável a execução de testes mais complexos à medida que se aprofunda o conhecimento sobre o inversor de frequência e suas funções avançadas no controle de motores. Além disso, a utilização de uma bancada dessa natureza contribui para um processo de ensino-aprendizagem mais eficiente e seguro, eliminando a necessidade de instrumentação externa para a realização dos ensaios.

REFERÊNCIAS

AMORIN, José Maurício. **Desenvolvimento de Bancada Didático Experimental de Baixo Custo para Aplicações em Controle Ativo de Vibrações**. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5052:1984**: Máquinas elétricas rotativas - Ensaio elétrico. Jan. 1984. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/458012554/ABNT-NBR-5052-1984-pdf>. Acesso em 20 set. 2024.

BERTINETI, Daniel Pegoraro. Levantamento da curva de capacidade de um gerador síncrono de polos salientes. **Semana Acadêmica**. Abr. 2017. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/pfc_versao_artigo.pdf. Acesso em: 15 jun. 2024.

BRGLEZ, F., BRYAN, D., E KOZMINSKI, K., Combinational profiles of sequential benchmark circuits. **IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)**. Portland, 1989, p. 1929-1934.

CHAPMAN, Stephen J. **Fundamentos de Máquinas Elétricas**. 5. ed. Porto Alegre: Amgh Editora Ltda, 2013.

DE AZEVEDO, Thiago Paula Silva. **Bancada experimental para ensaios em geradores elétricos utilizados em aerogeradores de pequeno porte**. 83 f. Dissertação de Pós-Graduação (Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Pará, Pará, 2012.

DE JESUS, S. S., CAVALCANTE, P. F. Utilização de bancadas de ensaio para estudo do comportamento dinâmico de máquinas rotativas - vibrações mecânicas. **Holos**, Natal, jun. 2011. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/590>. Acesso em: 17 fev. 2025

DE MELO, Daniel M. C., MELO, Sebastião É., VELANDIA, Elkin F. R.. Estudo do comportamento de um gerador de indução auto excitado em regime permanente. *Revistaft*, Rio de Janeiro, out. 2023. Disponível em: <https://revistaft.com.br/estudo-do-comportamento-de-um-gerador-de-inducao-auto-excitado-em-regime-permanente/>. Acesso em: 16 maio 2024

ELY, Felipe Nalin. **Análise do sistema de medição trifásica dos Ensaio de máquinas rotativas elétricas do labmaq tendo como objetivo a quantificação das incertezas de medição**. 88f. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187828>. Acesso em: 17 maio 2024.

FABIÁN, Gabriel Gonçalves. **Desenvolvimento de bancada didática voltada ao estudo de sistemas pneumáticos**. 77f. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Ceará, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/54974>. Acesso em 15 maio 2024.

FILHO, João M. **Instalações Elétricas Industriais**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023. *E-book*. p.245. ISBN 9788521638643. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521638643/>. Acesso em 03 mar. 2025.

FILIPPO FILHO, Guilherme. **Motor de Indução**. São Paulo: SRV Editora LTDA, 2013. *E-book*. ISBN 9788536519999.

FORTIER, Paul J., MICHEL, Howard E. Computer Systems Performance Evaluation and Prediction. **Elsevier**, fev. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/testbed>. Acesso em: 16 maio 2024.

FUSCO, Miguel A. V.; REIS, Luiz O. M. dos. Substituição do sincronismo mecânico por sincronismo eletrônico das máquinas de metalgrafia. UniAcademia. 2009. Disponível em: <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/21445047>. Acesso em: 16 fev. 2025.

HBM. **T22 – Sensor de torque para aplicações simples**. Disponível em: https://www.hbm.com/pt/2384/t22-sensor-de-torque-para-aplicacoes-simples/?product_type_no=Sensor%20de%20Torque%20T22:%20A%20Alternativa%20de%20Baixo%20Custo. Acesso em: 10 out. 2024.

INOVA AUTOMAÇÃO. **Regulador de Tensão Trifásico Variac TSGC2 15kVA 220/380V JNG**. Disponível em: https://www.inovaautomacao.com.br/MLB-3050556819-regulador-tenso-trifasico-variatic-tsgc2-15kVA-220380v-jng-_JM. Acesso em: 15 ago. 2024.

KIROVSKI, D.; LEE, C.; HONG, I.; POTKONJAK, M. DSP Quant: Design, Validation, and Applications of DSP Hard Real-time Benchmark. **IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing**. Munich, 1997.

MANSOUR, Fady. Induction Motors: Construction, Principle of Operation, Power and Torque Calculations, Characteristics and Speed Control. **ResearchGate**, jun. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343546075_Induction_Motors_Construction_Principle_of_Operation_Power_and_Torque_Calculations_Characteristics_and_Speed_Control. Acesso em: 15 jul. 2024.

MOHAN, Ned. **Máquinas Elétricas e Acionamentos - Curso Introductório**. Barueri: GEN (Grupo Editorial Nacional), 2015. *E-book*. ISBN 978-85-216-2835-4.

NEVES, Marcello da Silva. **DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODOS DE SINCRONISMO APLICADOS A SISTEMAS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA**. 77f. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação

(Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica. Disponível em: <https://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10016426.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.

OLIVEIRA, Iberê Carneiro de; OBADOWSKI, Vinícius N.; JÚNIOR, Ary P. B S.; et al. **Geração de Energia Elétrica**. Porto Alegre: Grupo A, 2021. E-book. ISBN 9786556902531.

SANTANA, Adrielle de Carvalho. **Motores de Indução**. Universidade Federal de Ouro Preto, [s.d.]. Disponível em: https://professor.ufop.br/sites/default/files/adrielle/files/aula_11.pdf. Acesso em: maio 2024.

TOMINAGA, Rafael Noboro. **Identificação do tipo e da severidade do Desbalanceamento de rotores por meio da análise da assinatura de corrente com algoritmos de aprendizado de máquina multiclases**. 109f. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) - Instituto Federal de Santa Catarina, 2021.

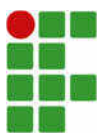
UMANS, Stephen D. **Máquinas elétricas de Fitzgerald e Kingsley**. Porto Alegre: Grupo A, 2014. E-book. ISBN 9788580553741.

WEG. **CFW-11, Manual de programação**. Disponível em: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h2b/h91/WEG-cfw11-manual-de-programacao-0899.5654-2.0x-manual-portugues-br.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2024.

APENDICES

APÊNDICE A - Manual de Instruções e Operação

Manual elaborado pelo autor deste trabalho de TCC, após a realização dos ensaios do capítulo 4, e com base no projeto elétrico da bancada.



INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

MANUAL DE INSTRUÇÕES E OPERAÇÃO

BANCADA DE ENSAIOS DE MÁQUINAS ELÉTRICAS [WEG]



Projeto WEG nº: 10003152976-PRJ-03/PR

Ano de fabricação: 2015

Autor: Tiago Fernando Pegoraro

Florianópolis, 2025.

Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Florianópolis
Av. Mauro Ramos, 950 | Centro | Florianópolis /SC | CEP: 88.020-300
Fone: (48) 3211-6000 | www.ifsc.edu.br | CNPJ 11.402.887/0001-60

ÍNDICE

1

INTRODUÇÃO.....

3

2

INSPEÇÃO DO PRODUTO

3

3

APLICAÇÃO.....

3

4

INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA.....

3

5

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....

4

6

ENERGIZAÇÃO E OPERAÇÃO.....

6

6.1

Energização auxiliar e comando.....

7

6.2

Acionamento Motores M1 e M1.1.....

8

6.3

Acionamento Motor M2.....

9

6.4

Acionamento Máquina M3

10

6.4.1

Acionamento Gerador Síncrono.....

10

6.4.2

Acionamento Motor Síncrono.....

12

7

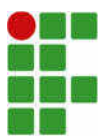
RESTRIÇÕES DO EQUIPAMENTO

13

8

COMUNICAÇÃO MODBUS.....

14



1 INTRODUÇÃO

- Este manual de instruções contém informações importantes para uso e operação da bancada didática de ensaios com máquinas elétricas, do fabricante WEG.
- Este documento, elaborado com base no trabalho de conclusão de curso do autor, e corresponde à sua versão inicial. Foi elaborado exclusivamente para uso de professores e alunos que utilizam o equipamento em atividades acadêmicas.
- Para a correta utilização do equipamento, recomenda-se a leitura e compreensão completa deste manual.

2 INSPEÇÃO DO PRODUTO

Assim como ocorre com qualquer equipamento elétrico, é imprescindível realizar as seguintes verificações antes da primeira energização:

- ✓ Inspeção visual da estrutura mecânica e elétrica.
- ✓ Realizar o reaperto de todas as conexões elétricas relacionadas aos circuitos de comando e potência, inclusive os pontos de conexões que interligam a bancada aos equipamentos periféricos (máquinas, reostatos e reguladores de tensão).
- ✓ Inspecionar se os cabos externos estão conectados e fixos.
- ✓ Inspecionar os equipamentos periféricos a bancada.
- ✓ Não energizar o equipamento e/ou seus periféricos, se não estiverem em perfeitas condições de uso.

3 APLICAÇÃO

Esta bancada de ensaios foi projetada para fins de uso acadêmico, e sua aplicação está diretamente relacionada aos ensaios possíveis de serem realizados com o conjunto de dois motores elétricos de indução, e uma máquina síncrona. Todos acoplados mecanicamente ao mesmo eixo rotacional.

4 INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA

1. Este equipamento deve ser operado por pessoas com conhecimento ou experiência em operação de painéis elétricos e acionamento de máquinas rotativas;
2. Requer utilização de EPIs adequados, como óculos de proteção com Certificado de Aprovação nº 40903;

3. Assegure-se de que a chave “liga/desliga” localizada na lateral esquerda, esteja na posição “Desligado, ou 0” (horizontal), antes de conectar o equipamento à rede elétrica ou realizar qualquer manutenção nos equipamentos e/ou nas máquinas rotativas;
4. Verificar o nível de tensão da rede elétrica com o produto especificado;
5. Não operar a bancada com as portas abertas, e em hipótese alguma não acionar as máquinas elétricas caso estiverem sem as proteções das partes girantes.

5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Ficha técnica da bancada:

Tabela 1 – Ficha técnica da bancada.

ITEM	DESCRIÇÃO
Tensão de operação nominal (Ue)	380 V
Tensão de isolamento nominal (Ui)	690 V
Corrente nominal (In)	40 A
Icc	50 kA
Frequência nominal (fn)	60 Hz
Grau de proteção	21
Circuito de comando	220 V (F-N) ~ 60 Hz 24 Vcc
Dimensões (mm)	1200(L) x 972(P) x 1450(A)
Massa estimada	400 kg
Documento (projeto)	10003152976

Principais componentes e instrumentos da bancada:

- 01 inversor de frequência WEG, modelo CFW11-17A.
- 01 banco de resistores de frenagem para inversor de frequência, potência 6 kW, 62 Ω.
- 01 fonte de alimentação CA/CC, modelo PSS24-W/2,5, potência 60 W, tensão de saída 24 Vcc.
- 01 fonte de alimentação CA/CC, modelo PSS24-W/0,3, potência 10 W, tensão de saída 24 Vcc.
- 01 Amperímetro analógico, escala medição: 0-10 em corrente contínua, classe de tensão 600 V, modelo BM96.
- 01 Voltímetro analógico, escala medição: 0-80 em tensão contínua, classe de tensão 600 V, modelo BM96.

- 01 multimedidor digital de energia, fabricante Siemens, modelo SENTRON PAC1020, tensão máxima 400/230 V, corrente máxima 5 A, alimentação auxiliar: 85-276 Vca.
- 01 multimedidor digital de energia, fabricante Janitza, modelo UMG 96S, tensão máxima 300 V, corrente máxima 5 A, sem alimentação auxiliar.
- 01 conversor de interface RS485/RS422 para USB, modelo USB-i485.

Equipamentos periféricos

- 01 regulador de tensão, para motor síncrono e motor de rotor bobinado, potência 15 kVA, modelo TGSC 15kVA, corrente de saída 20 A.
- 01 reostato de partida para motor de rotor bobinado, potência 5,5 kW, fabricante Denkhtherm, 09 estágios de resistência, 10 velocidades possíveis, tensão rotórica 155 V, corrente rotórica 21,60 A.
- 01 resistor de frenagem para inversor de frequência, fabricante ELETELE, série 15W3295A.1, potência 6 kW, resistência 62 Ω, 100% ED.

Instrumentos periféricos

- 01 transdutor de torque, fabricante HBM, modelo T22/50NM, torque máximo 50 Nm, sinal de saída: ±5 V e 10±8 mA.
- 01 Encoder (conversor rotativo), 1024 pulsos/rotação, fabricante WEG, modelo FAF132+GLA162.

Ficha técnica das máquinas elétricas:

Tabela 2 – Ficha técnica das máquinas.

ITEM	MÁQUINA M1 (rotor em gaiola)	MÁQUINA M1.1 (ventilação M1)	MÁQUINA M2 (rotor bobinado)	MÁQUINA M3 (síncrona)
Modelo	W22 Premium	-	FAF 132 M	GLA 162 CE VS
Potência	5,5 kW	0,37 kW	5 kW	5 kVA
Tensão	220 / 380 V	380 V	220 / 380 V	220 V
Corrente	20,4 / 11,8 A	1,07 A	18,38 / 10,64 A	13,12 A
Rotação	1750 rpm	3360 rpm	1740 rpm	1800 rpm
Frequência	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Tensão rotórica	-	-	155 V	37,2 V
Corrente rotórica	-	-	21,6 A	4,02 A
Fator de potência	0,78	-	0,86	0,8 a 1,0
Fator de serviço / Regime	1,25 / S1	1,15	S1	S1
Rendimento	91%	-	-	-
IP / IN	7,3	-	-	21

6 ENERGIZAÇÃO E OPERAÇÃO

Para iniciar os procedimentos de energização, sugere-se utilizar a vista frontal da bancada através da Figura 1, como apoio para encontrar os elementos de comando, sinalização e medição da bancada, e Figura 2 a localização dos equipamentos.

Figura 1 – Elementos de comando, sinalização e medição

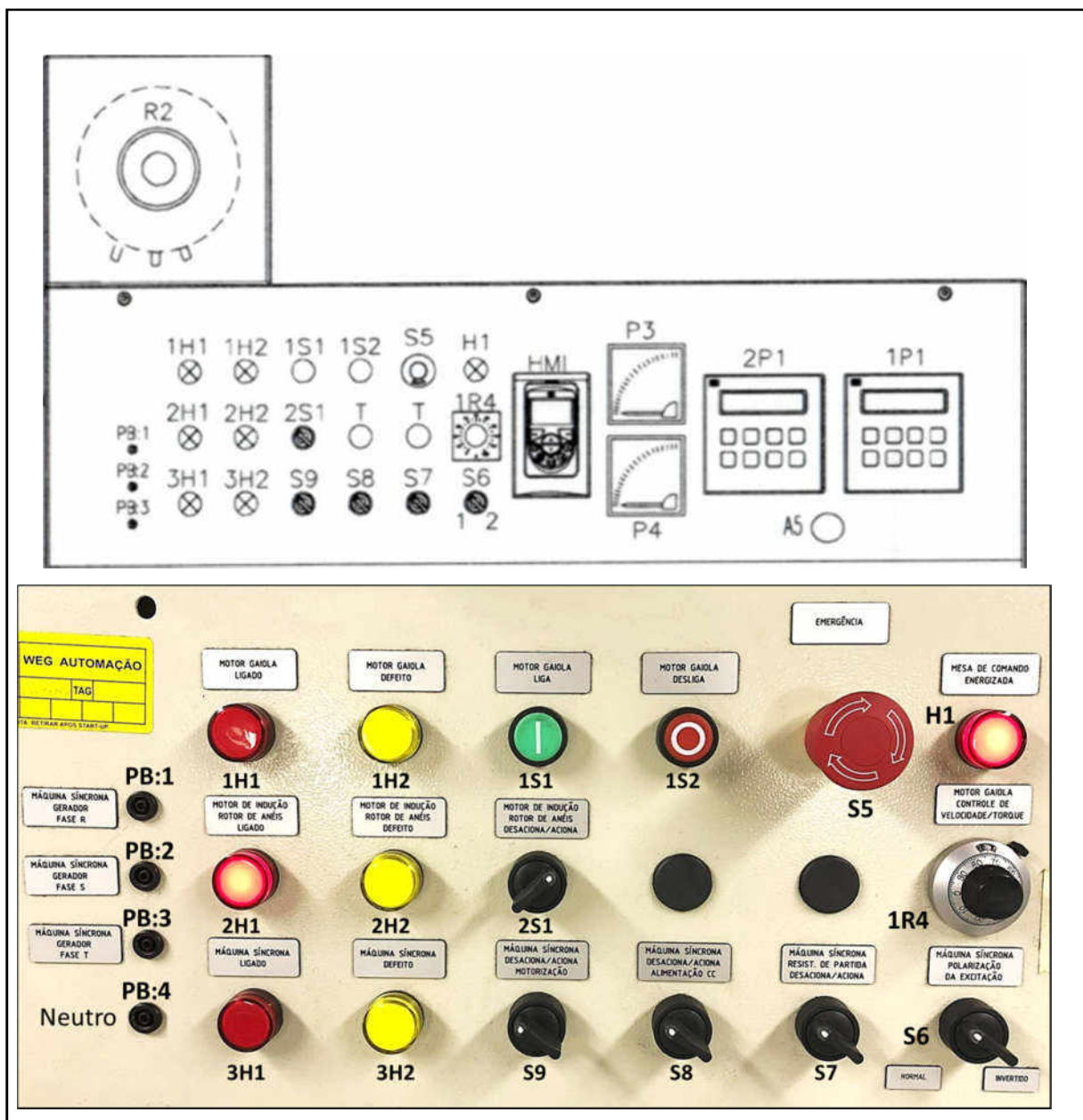
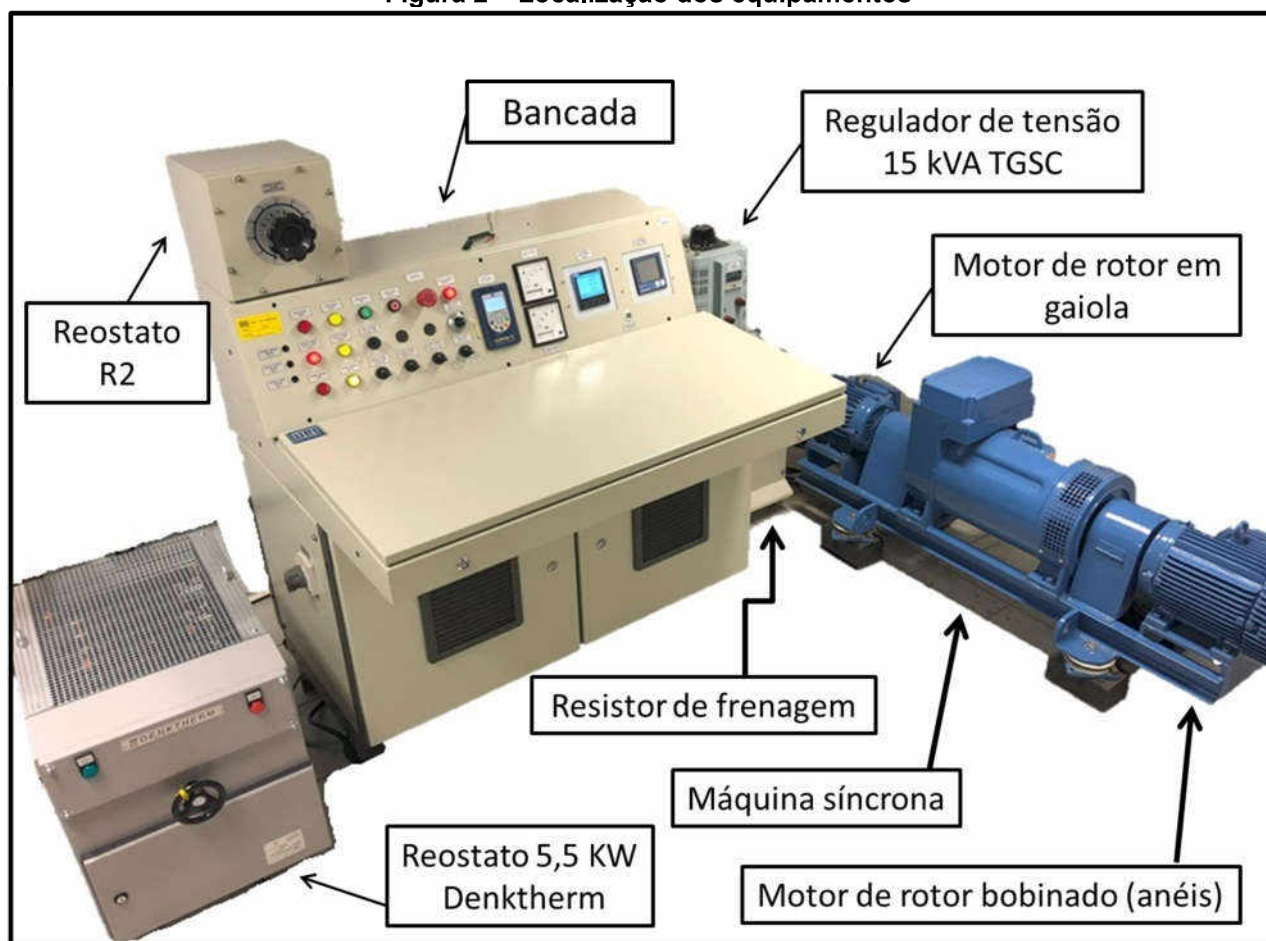


Figura 2 – Localização dos equipamentos



6.1 Energização auxiliar e comando

Após realizar as etapas descritas no item 2 acima, realizar o procedimento a seguir:

- 1) Todos os disjuntores internos da bancada devem estar **DESLIGADOS**;
- 2) Botão de emergência **S5** não deve estar acionado;
- 3) Ligar na sequência os disjuntores **Q1** (lateral da bancada), **Q2**, **Q3** para energizar o transformador de alimentação auxiliar (220 V);
- 4) Ligar os disjuntores **Q4** e **Q5** para energizar os circuitos auxiliares (comando, sinalização e ventilação da bancada), e o multimedidor 2P1;
- 5) Verificar se o sinaleiro **H1** (vermelho) está aceso, indicando "**Mesa energizada**";
- 6) Ligar disjuntor **Q7** para alimentar a fonte de tensão do transdutor de torque;
- 7) Ligar os disjuntores **1Q2** e **5Q2** para os multimedidores estarem habilitados para leitura de tensão de barramento (380 V);

8) Manter esta configuração de disjuntores ligados para executar todos os acionamentos a seguir.

6.2 Acionamento Motores M1 e M1.1

É necessário ter executado o item 6.1 antes de iniciar este acionamento.

O motor M1 é acionado pelo inversor de frequência, seguindo os passos abaixo:

- 1) Disjuntor **Q6** deve estar **DESLIGADO** por segurança;
- 2) Ligar disjuntor **1Q3** para energizar o motor de ventilação forçada (M1.1);
- 3) Ligar disjuntor **1Q1** para energizar o inversor de frequência;
- 4) Parametrizar o inversor de frequência de acordo com a tabela de parâmetros no projeto elétrico, página 11;
- 5) Ajustar o potenciômetro **1R4** (controle de velocidade/torque) para seu ponto inicial de partida inicial (rotacionar totalmente no sentido anti-horário);
- 6) Acionar o botão **1S1** (motor gaiola liga), e aumentar a velocidade ou torque do motor através do potenciômetro **1R4** (rotacionar para direita);
- 7) Monitorar os parâmetros elétricos do motor pela interface do inversor de frequência, nos parâmetros conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Principais parâmetros de leitura

Parâmetro	Descrição
P0002	Velocidade do motor
P0003	Corrente do motor
P0005	Frequência do motor
P0009	Torque no motor (calculado)
P0019	Valor da entrada analógica AI2 (leitura de torque pelo Transdutor) <i>Considerar 1% = 0,5 Nm (aproximadamente)</i>

- 8) O motor **1.1** (ventilação forçada) é acionado automaticamente pela saída digital do inversor de frequência.
- 9) Elevar a velocidade do motor até 1800 rpm. Se necessário, verificar o parâmetro P0134 (velocidade máxima), e ajustar para 1800.

6.3 Acionamento Motor M2

É necessário ter executado o item 6.1 antes de iniciar este acionamento.

- 1) Disjuntores **1Q1** e **5Q1** devem estar **DESLIGADOS** por segurança;
- 2) Zerar a tensão de saída do regulador de tensão **TGSC** (rotacionar no sentido anti-horário);
- 3) Ajustar o reostato **Denktherm** para seu ponto inicial de máxima resistência elétrica (rotacionar totalmente no sentido anti-horário, até ausência de cliques);

Figura 3 – Reostatos TGSC e Denktherm respectivamente



- 4) Ligar disjuntores **Q6**, **5Q1**;
- 5) Chave **2S1** para posição “Aciona”;
- 6) Aumentar gradativamente a tensão de saída do regulador de tensão **TGSC** até 380 V de linha, monitorando tensão e corrente no multimedidor **1P1** (ver nota 1). A corrente rotórica deve ser monitorada com alicate amperímetro. Respeitar os limites de corrente e tensão, descritos na Tabela 2;
- 7) O ajuste da resistência rotórica e velocidade deste motor é por meio do reostato **Denktherm**. São 09 estágios (tap's) de resistência que possibilitam 10 velocidades (aproximadas) conforme Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Estágios de velocidade aproximada

Estágio	Velocidade aproximada (rpm)
0	1410
1	1480
2	1510
3	1580
4	1630
5	1670
6	1700
7	1715
8	1730
9	1740

- 8) Para **DESLIGAR**, zerar a tensão de saída do regulador **TGSC**, e retornar para a posição inicial o reostato **Denktherm** (rotacionar totalmente esquerda).

Notas:

1 - O multimedidor 1P1, fabricante JANITZA, é alimentado diretamente pelo barramento de 380 V proveniente do regulador de tensão TGSC. Como resultado, o display do dispositivo só é ativado quando a tensão no barramento atinge em torno de 50 V (Fase-Neutro).

6.4 Acionamento Máquina M3

Esta máquina pode ser acionada de duas formas, uma como Gerador de energia elétrica (alternador), e outra como Motor síncrono, conforme a seguir:

6.4.1 Acionamento Gerador Síncrono

Nesta configuração, o funcionamento da máquina requer que um dos motores, M1 ou M2, esteja acionado, pois ambos podem atuar como máquina primária para rotacionar o eixo da máquina síncrona.

Opção A: Gerador Síncrono acionado por M1:

Executar o procedimento do item 6.2 para então seguir com o procedimento abaixo:

- 1) Ao escolher motor **M1**, o disjuntor **Q6** deve estar **DESLIGADO** por segurança;
- 2) Chave **S9** na posição **DESACIONA**;
- 3) Conectar a fonte de alimentação externa (220 Vcc) nos bornes 1 e 2 da régua 1X10, conforme polaridade indicada em projeto elétrico;

- 4) Conectar a carga a ser aplicada no gerador, nos terminais frontais da bancada, com possibilidade de conexões Fase-Fase e Fase-Neutro;
- 5) Elevar a velocidade de rotação do motor **M1** até atingir a velocidade síncrona (1800 rpm);
- 6) Selecionar a polaridade desejada do campo magnético da excitação da máquina M3, na chave **S6** (horário ou anti-horário);
- 7) Chave **S8** na posição **ACIONA**, para energizar a bobina de excitação;
- 8) Rotacionar o volante do reostato **R2** para a posição inicial (zero), conforme Figura 4.

Figura 4 - Reostato R2 na posição inicial (zero).

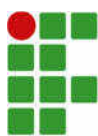


- 9) Energizar a fonte de alimentação externa (220 Vcc);
- 10) Regular a tensão e corrente na bobina de excitação da máquina pelo volante do reostato **R2**, e monitorar os valores nos medidores analógicos **P3** e **P4**, respeitando os limites máximos conforme Tabela 2;
- 11) Monitorar os parâmetros elétricos da carga pelo multimetror **2P1**;
- 12) Para **desligar**, retornar o reostato R2 para posição inicial (zero), retornar a chave **S8** para posição **DESACIONA**, desligar o motor **M1**.

Opção B: Gerador Síncrono acionado por M2:

Executar o procedimento do item 6.3 para então seguir com o procedimento abaixo:

- 1) Ao escolher motor **M2**, os disjuntores **1Q1** e **5Q1** devem estar **DESLIGADOS** por segurança;
- 2) Chaves **S8** e **S9** na posição **DESACIONA**;



- 3) Conectar a fonte de alimentação externa (220 Vcc) nos bornes 1 e 2 da régua 1X10, conforme polaridade indicada em projeto elétrico;
- 4) Conectar a carga a ser aplicada no gerador, nos terminais frontais da bancada, com possibilidade de conexões Fase-Fase e Fase-Neutro;
- 5) Elevar a velocidade de rotação do motor **M2** até atingir a velocidade máxima (1740 rpm);
- 6) Selecionar a polaridade desejada do campo magnético da excitação da máquina M3, na chave **S6** (horário ou anti-horário);
- 7) Rotacionar o volante do reostato R2 para a posição inicial (zero), conforme Figura 4;
- 8) Energizar a fonte de alimentação externa (220 Vcc);
- 9) Chave **S8** na posição **ACIONA**, para energizar o circuito de excitação;
- 10) Controlar a tensão e corrente na bobina de excitação da máquina pelo volante do reostato R2, e monitorar os valores nos medidores analógicos **P3** e **P4**, respeitando os limites máximos conforme Tabela 2;
- 11) Monitorar os parâmetros elétricos da carga pelo multimetror **2P1**;
- 12) Para **desligar**, retornar o reostato R2 para posição inicial (zero), retornar a chave **S8** para posição **DESACIONA**, desligar o motor **M2**.

6.4.2 Acionamento Motor Síncrono

Nesta configuração a máquina opera como motor, mas sem a possibilidade de aplicar de carga ao eixo.

- 1) Disjuntor **2Q1** deve estar **DESLIGADO** por segurança;
- 2) Chaves **S8** e **S9** na posição **DESACIONA**;
- 3) Zerar a tensão de saída do regulador **TGSC** (rotacionar anti-horário);
- 4) Rotacionar o volante do reostato R2 para a posição inicial (zero), conforme Figura 4;
- 5) Conectar a fonte de alimentação externa (220 Vcc) nos bornes 1 e 2 da régua 1X10, conforme polaridade indicada em projeto elétrico;
- 6) Selecionar a polaridade desejada do campo magnético da excitação da máquina M3, na chave **S6** (horário ou anti-horário);
- 7) Chave **S7** na posição **ACIONA** (resistência de partida);
- 8) Ligar disjuntores **Q6**, **5Q1**, e **1Q1** para energizar o inversor de frequência;

- 9) Partir a máquina aumentando gradativamente a tensão de saída do regulador de tensão **TGSC** até 220 V de linha, monitorando tensão e corrente no multimedidor **2P1**. Respeitar os limites de corrente e tensão, descritos na Tabela 2;
- 10) Leituras de Torque no eixo e velocidade de rotação do motor síncrono podem ser obtidas no display do inversor de frequência, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros do Inversor de frequência.

Parâmetro	Descrição
P0038	Velocidade indicada pelo encoder (rpm)
P0019	Valor da entrada analógica AI2 (leitura de torque pelo Transdutor) <i>Considerar 1% = 0,5 Nm (aproximadamente)</i>

- 11) Aguardar o motor estabilizar a rotação em tensão nominal (220 V de linha);
- 12) Chave **S8** na posição **ACIONA** para o motor atingir a velocidade síncrona (1800 rpm), e para energizar o circuito de excitação;
- 13) Regular a tensão e corrente na bobina de excitação da máquina pelo volante do reostato R2, e monitorar os valores nos medidores analógicos **P3** e **P4**, respeitando os limites máximos conforme Tabela 2;
- 14) Para **desligar**, zerar a tensão de saída do regulador de tensão **TGSC** (posição zero), e retornar as chaves **S7** e **S8** para posição **DESACIONA**.

7 RESTRIÇÕES DO EQUIPAMENTO

O projeto elétrico da bancada e a configuração mecânica das máquinas elétricas possuem restrições em relação à funcionalidade, conforme descrito abaixo:

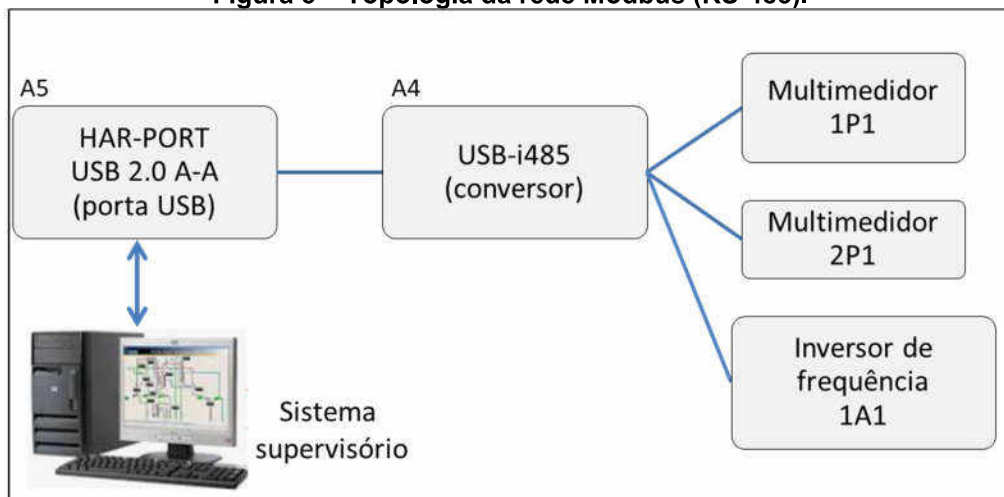
- Somente um motor pode ser acionado por vez, ou seja:
 - Não permitir a operação simultânea dos motores **M1** e **M2**;
 - Não permitir a operação simultânea da máquina **M3** (operando como motor) com os motores **M1** ou **M2**;
- A bancada não está equipada com um sistema eletrônico para sincronismo da máquina síncrona (operando como Gerador) com a rede elétrica trifásica (concessionária). Portanto, ao gerar tensão de saída nos terminais da máquina, é essencial não acionar a chave **S9** e não ligar o disjuntor **5Q1**;

- As operações mencionadas acima devem ser realizadas apenas por profissionais com conhecimento técnico adequado e utilizando os métodos apropriados.

8 COMUNICAÇÃO MODBUS

A bancada está equipada com uma rede de comunicação Modbus no padrão RS-485, que conecta os multimedidores 1P1 e 2P1, com a possibilidade de integrar o inversor de frequência à mesma rede. Essa configuração permite a leitura dos dados dos multimedidores por meio de uma porta USB localizada na parte frontal da bancada (A5), utilizando um computador para acesso e monitoramento.

Figura 5 – Topologia da rede Modbus (RS-485).



ANEXOS

ANEXO A - Projeto elétrico | As-built

Este Anexo possui 38 páginas, que apresenta o projeto elétrico com alterações realizadas na bancada, destacando a substituição dos multimedidores, conexões do neutro da Máquina Síncrona, e conexão do módulo de comunicação do inversor de frequência.



UNIDADE AUTOMAÇÃO

- ATENÇÃO:
1. LIGAR O MÓDULO DESUMIDIFICADOR (QUANDO EXISTIR) A UMA FONTE INDEPENDENTE, MESMO ANTES DE ENERGIZAR O PAINEL, PARA EVITAR FORMAÇÃO DE UMIDADE EM SEU INTERIOR.
 2. EXECUTAR CONVENIENTE ATERRAMENTO DO PAINEL. O SISTEMA DE ATERRAMENTO DEVE ESTAR CONFORME IEC 298 E IEC 61000-5-2 (EMC). A RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO DEVERÁ SER $<10\Omega$. O CABO NEUTRO NÃO PODE SER UTILIZADO PARA ATERRAR O PAINEL. A MALHA DA FIAÇÃO BLINDADA DE SINAL DEVE SER ATERRADA EM APENAS UMA DAS EXTREMIDADES.
 3. COM O OBJETIVO DE EVITAR INTERFERÊNCIAS EM EQUIPAMENTOS SENSÍVEIS (TERMOPARES, PCs, CLPs, REDES) A FIAÇÃO DE MOTORES/SERVOMOTORES (EXTERNA AO PAINEL) QUE SÃO ACIONADOS POR INVERSORES DEVE ESTAR INTERNA A UM ELETRODUTO METÁLICO OU SEAL TUBE (INCLUINDO FIO TERRA) EXCLUSIVO PARA CADA MOTOR. O ELETRODUTO DEVERÁ SER ATERRADO EM AMBAS AS EXTREMIDADES
 4. THE EARTHING/GROUNDING SYSTEM MUST BE ACCORDING IEC 298 AND IEC 61000-5-2 (EMC).
 5. AO REALIZAR UMA MANUTENÇÃO, É OBRIGATÓRIO DESLIGAR A CHAVE SECCIONADORA OU DISJUNTOR PRINCIPAL.



CLIENTE: INSTITUTO FEDERAL SANTA CATARINA – IFSC
SISTEMA: BANCADA PARA O LABORATÓRIO DE MÁQUINAS E ACIONAMENTOS ELÉTRICOS DO IFSC
DOCUMENTO: 10003152976-PRJ-03/PR
GARANTIA: 12 MESES

PRODUTOS RELACIONADOS

TAG	DESCRIÇÃO	UNIDADE AUTOMAÇÃO	MATERIAL	ELEMENTO PEP
–	QUADRO BT 1XAFW11 BANCADA	CERTIFICADO DESENHO NÃO SUJEITO A COMENTÁRIOS <i>Leide Daiane Becker Enke</i> Responsável Data: 11/11/2014	12967638	130-1400768-11

STATUS: ☐ APROVAÇÃO ☐ CERTIFICADO ☐ MONTAGEM ☐ TESTE ☒ CONHECIMENTO **AS BUILT IFSC**

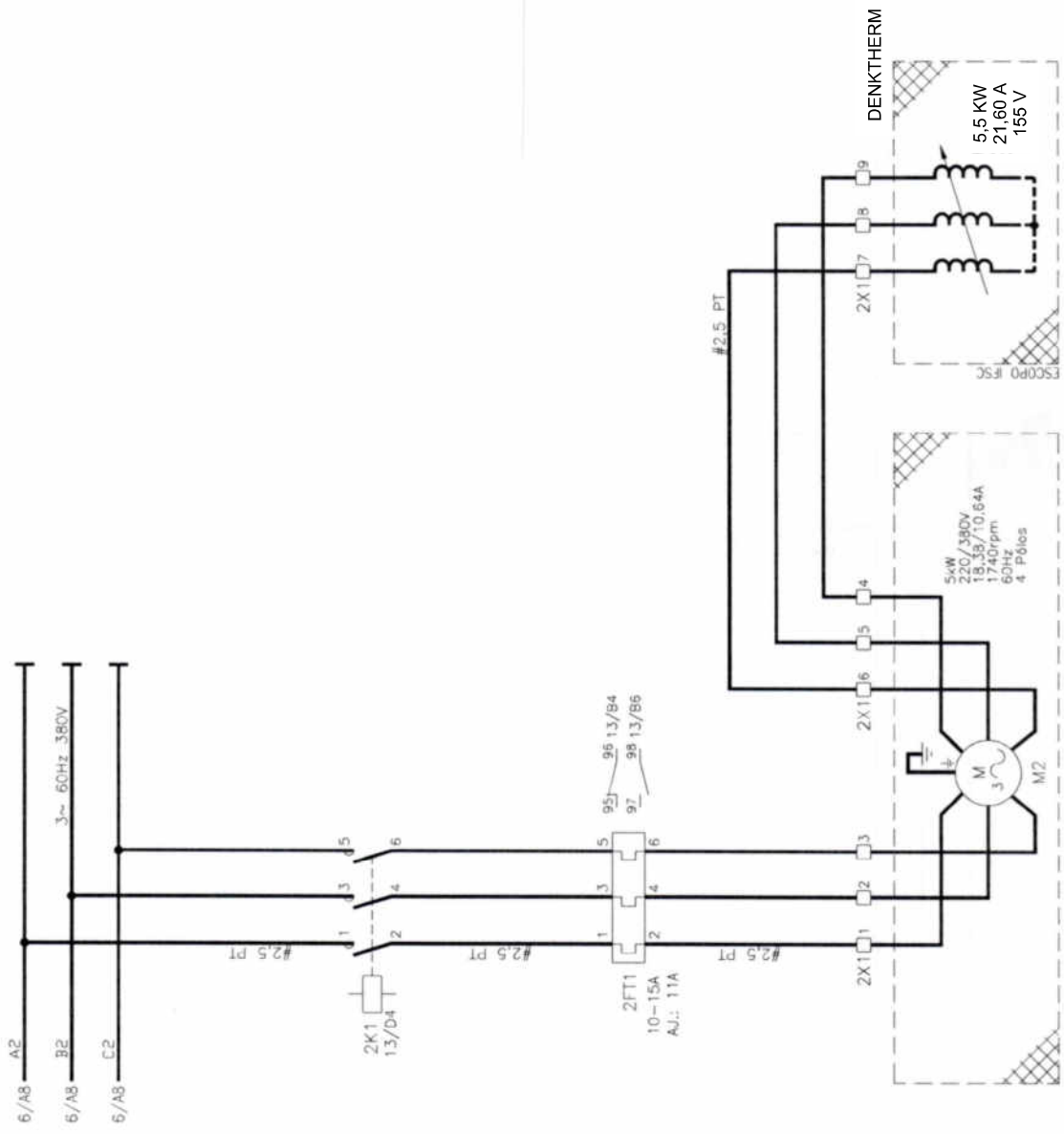
COD.	GRUPO DE PÁGINAS	Nº	Nº FLS.	OBS.
CR	CONTROLE DE REVISÃO(ÕES)	10003152976-PRJ-03/CR	1	
RG	RELAÇÃO DE GAVETAS			
EL	DIAGRAMA(S) ELÉTRICO(S)	10003152976-PRJ-03/EL	14	
ME	DESENHO(S) MECÂNICO(S)	10003152976-PRJ-03/ME	5	
RM	RELAÇÃO DE MATERIAIS	10003152976-PRJ-03/RM	8	
RA	RELAÇÃO DE AVULSOS			
RB	RÉGUA(S) DE BORNES	10003152976-PRJ-03/RB	5	
CP	CONJUNTO DE PLAQUETAS			
LA	LISTA DE AJUSTÁVEIS			
EP	ESPECIFICAÇÃO MOD. 074			
MN	CERTIFICADO DE GARANTIA	10003152976-PRJ-03/MN	2	
SB	SIMBOLOGIA	10003152976-PRJ-03/SB	2	

DATA: 14/01/2025 PROJETO: Eliezer LIBERAÇÃO: Leide

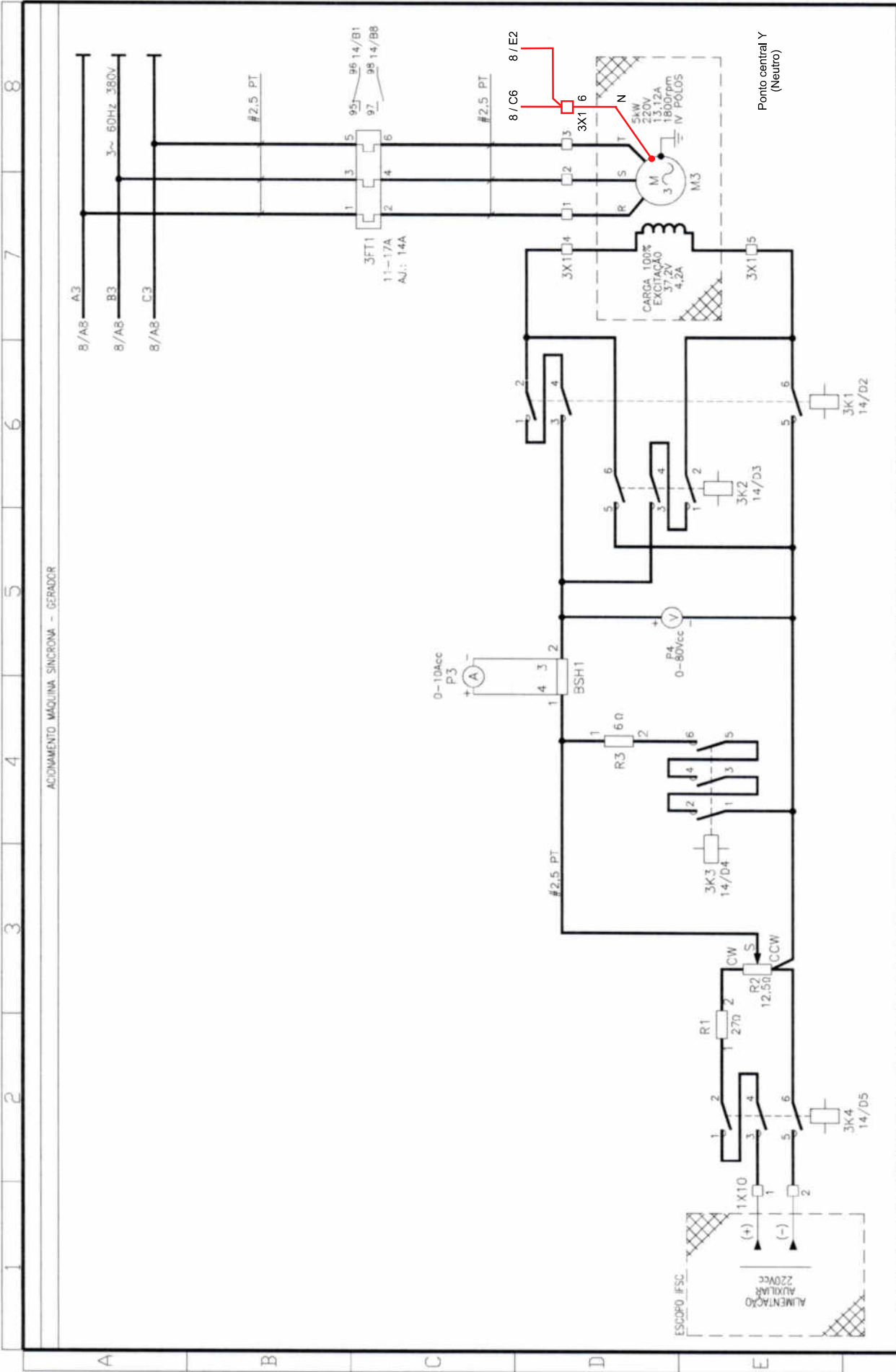
	1	2	3	4	5	6	7	8
	DOCUMENTO Nº	FL. REV. Nº Nº	DOCUMENTO Nº	FL. REV. Nº Nº	DOCUMENTO Nº	FL. REV. Nº Nº	DOCUMENTO Nº	FL. REV. Nº Nº
A	10003152976-PRJ-03/PR	1 03	10003152976-PRJ-03/RB	5 01				
	10003152976-PRJ-03/EL	1 01	10003152976-PRJ-03/MN	1 00				
	10003152976-PRJ-03/EL	2 01	10003152976-PRJ-03/MN	2 00				
	10003152976-PRJ-03/EL	3 01	10003152976-PRJ-03/SB	1 00				
	10003152976-PRJ-03/EL	4 01	10003152976-PRJ-03/SB	2 00				
	10003152976-PRJ-03/EL	5 01						
	10003152976-PRJ-03/EL	6 01						
	10003152976-PRJ-03/EL	7 01						
B	10003152976-PRJ-03/EL	8 00						
	10003152976-PRJ-03/EL	9 01						
	10003152976-PRJ-03/EL	10 00						
	10003152976-PRJ-03/EL	11 02						
	10003152976-PRJ-03/EL	12 01						
	10003152976-PRJ-03/EL	13 00						
	10003152976-PRJ-03/EL	14 00						
C	10003152976-PRJ-03/ME	1 01						
	10003152976-PRJ-03/ME	2 00						
	10003152976-PRJ-03/ME	3 00						
	10003152976-PRJ-03/ME	4 00						
	10003152976-PRJ-03/ME	5 00						
	10003152976-PRJ-03/RM	1 02						
D	10003152976-PRJ-03/RM	2 01						
	10003152976-PRJ-03/RM	3 01						
	10003152976-PRJ-03/RM	4 01						
	10003152976-PRJ-03/RM	5 02						
	10003152976-PRJ-03/RM	6 01						
	10003152976-PRJ-03/RM	7 02						
E	10003152976-PRJ-03/RM	8 01						
	10003152976-PRJ-03/RB	1 00						
	10003152976-PRJ-03/RB	2 00						
	10003152976-PRJ-03/RB	3 00						
	10003152976-PRJ-03/RB	4 00						

NOTA: ESTA FOLHA INDICA EM QUE REVISÃO ESTÁ CADA FOLHA DE CADA DOCUMENTO

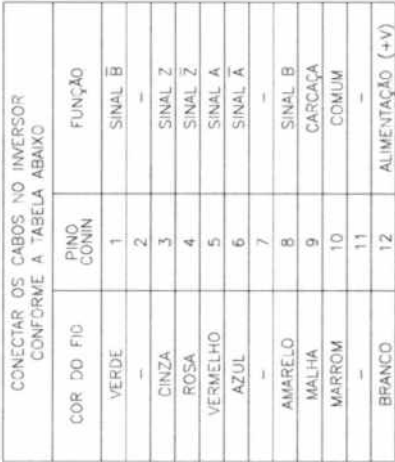
[illegible]

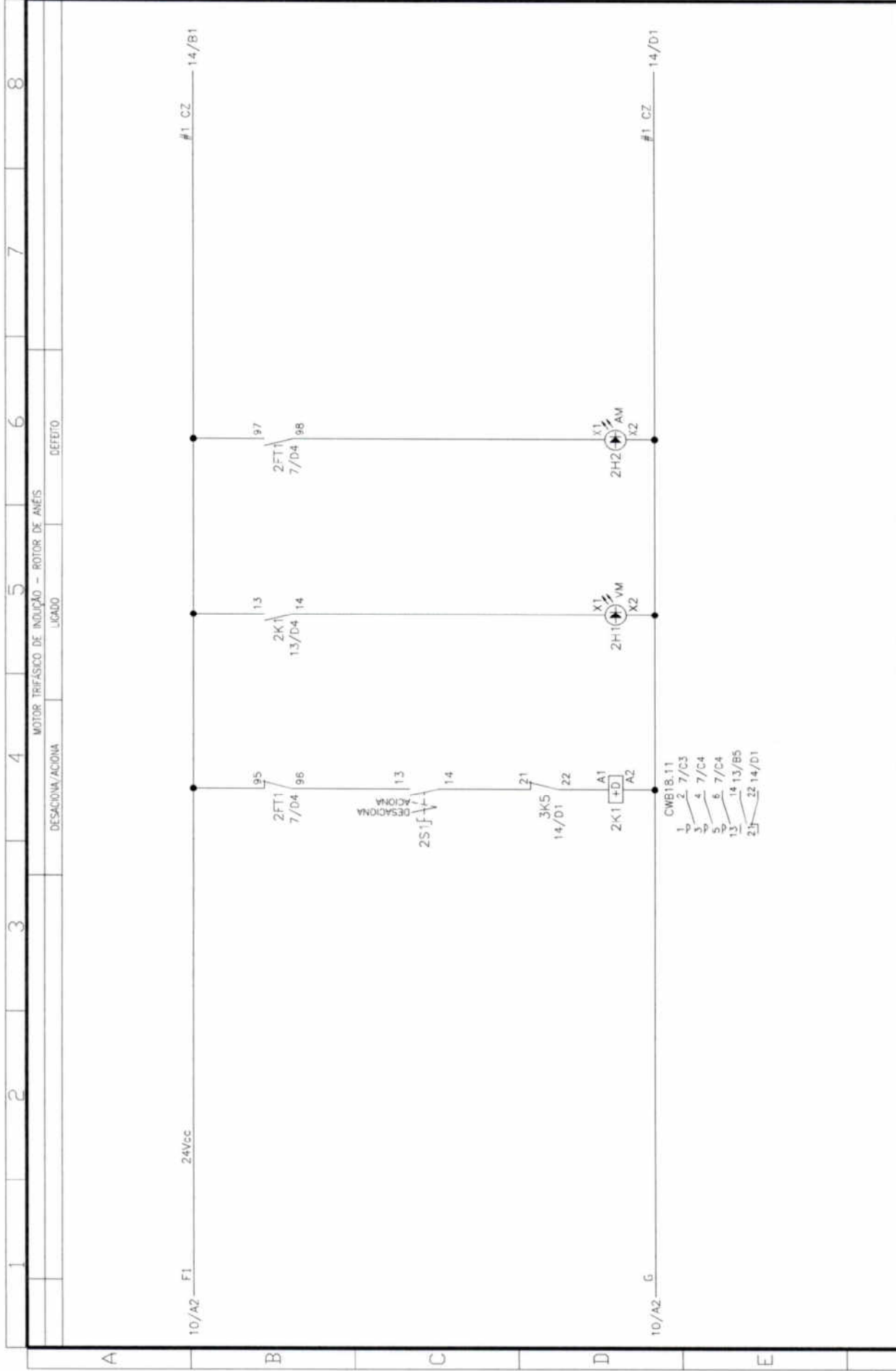


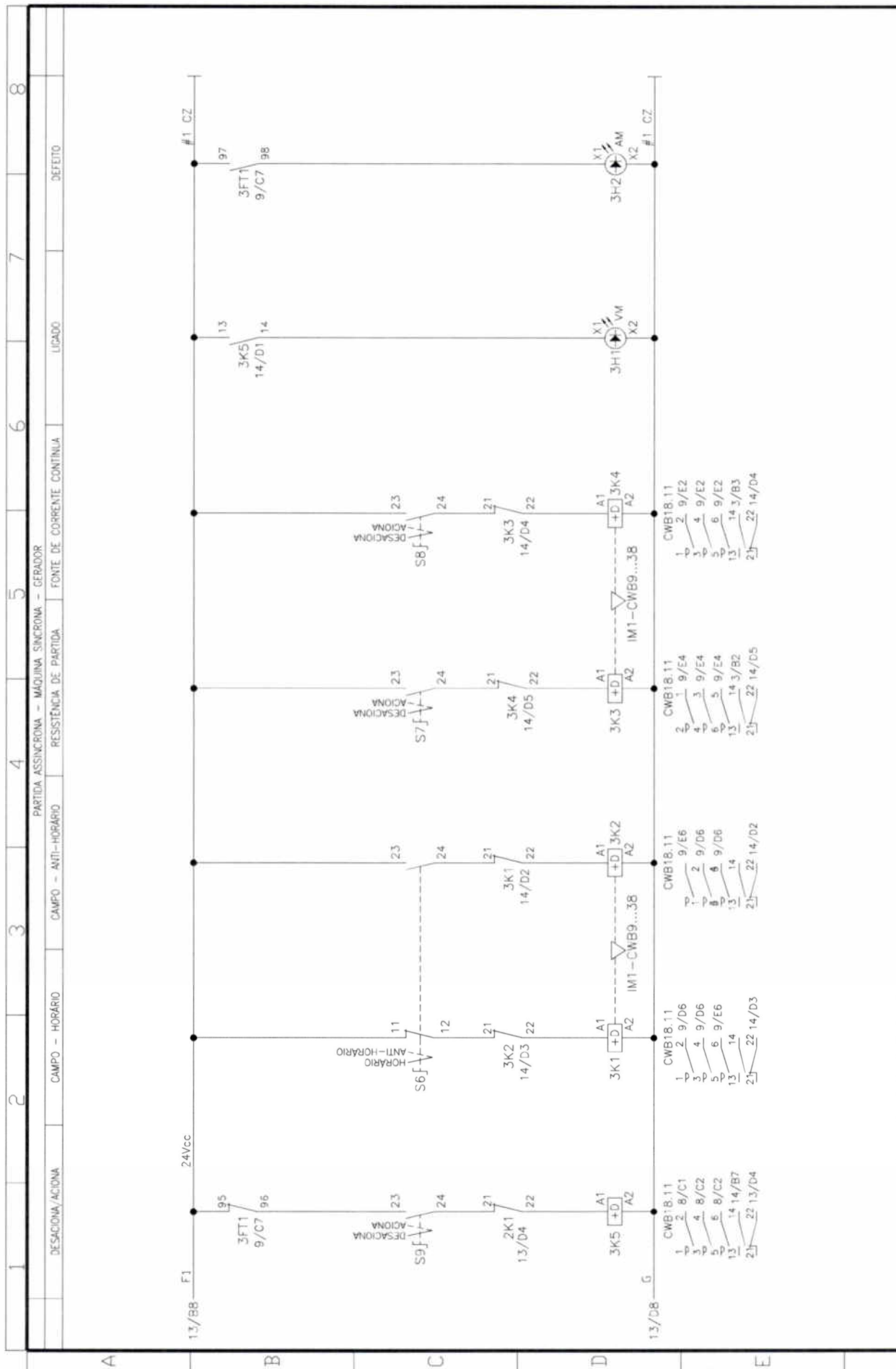
AL	FL	7	FLS.
10003152976-PRJ-03/EL			
DIAGRAMA ELÉTRICO			
15/10/14			
DATA LIBER.			
LIBERADO			
23/03/15			
O1			
EXECUTADO			
Elegan			
+ =			
CLIENTE:			
INSTITUTO FEDERAL SANTA CATARINA - IFSC			
BANCAIDA PARA O LABORATÓRIO DE MÁQUINAS E			
ACIONAVAMENTOS ELÉTRICOS DO IFSC			



CLIENTE: INSTITUTO FEDERAL SANTA CATARINA - IFSC									
BANCA DA PARA O LABORATÓRIO DE MÁQUINAS E ACIONAMENTOS ELÉTRICOS DO IFSC									
PRJ	LOC	RESUMO DAS MODIFICAÇÕES	EXECUTADO	LIBERADO	DATA LIBER	ÍNDICE	DATA LIBER	15/10/14	DIAGRAMA ELÉTRICO
REVISO	APÓS TESTES	EXECUTADO	LIBERADO	23/03/15	01	VERIFICADO	LIBERADO	15/10/14	10003152976-PRJ-03/EL
AL									
FL. 9									
DE 14 FLs.									



[illegible]





UNIDADE AUTOMAÇÃO

CONJUNTO DE MANOBRAS E CONTROLE

TIPO: MW

ANO DE FABRICAÇÃO:

NORMA: NBR IEC 60439-1

DOCUMENTO: 10003152976

Nº SERIE:

MATERIAL: 12967838

IP: 21

ENTRADA: CA

Ue: 380 V

Ue: 690 V

In: 40 A

Icc: 50 kA

Isc: 60 Hz

U COMANDO:

1N- 60 Hz 220 V

2N Voc



TAG: NS
TIPO: ALUMINIO (SEM PINTURA)
QTD: 1
ESPESURA: 1,5mm
* GERADO NO MOMENTO DA FABRICAÇÃO

- DADOS CONSTRUTIVOS -

INSTALACAO ABRIGADA
ENTRADA DE CABOS INFERIOR
SAIDA DE CABOS INFERIOR
EMBALAGEM PADRAO
BARRAS SEM ISOLACAO
BARRAMENTOS ESTANHADOS
IDENTIFICACAO DAS FASES L1/A/R/U COM FITA AZUL-ESCURO
IDENTIFICACAO DAS FASES L2/B/S/V COM FITA BRANCA
IDENTIFICACAO DAS FASES L3/C/T/W COM FITA VIOLETA
IDENTIFICACAO DOS ATERRAMENTOS COM FITA VERDE
TODOS OS COMPONENTES IDENTIFICADOS COM ETIQUETA ULTRA PLATE
MASSA ESTIMADA:400 kg
ATERRAMENTO DE PORTAS E FECHAMENTOS COM CORDOALHAS
PORTAS SEM LIMITADOR DE ABERTURA
PARAFUSOS EXTERNOS CONFORME PADRAO
SEMPRE QUE POSSIVEL COMPONENTES FIXOS POR TRILHOS
PARTES ENERGIZADAS E SEM ISOLACAO
PROTEGIDAS POR POLICARBONATO DE 3mm DE ESPESURA
TOLERANCIA DE ALTURA E PROFUNDIDADE P/ FIXACAO DE PLACAS E SUPORTES: +/- 5 mm
ONDE NAO INDICADO, PREVER CANALETAS HD8P (L31xH81 mm) PARA AS PLACAS DE MONTAGEM
PREVER ANTEPARO ISOLANTE PARA SECCIONADORAS E DISJUNTORES
RASGOS INTERNOS AS CANALETAS COM ALTURA DE 25 mm

- ESPECIFICACAO DE PINTURA -

CJ. MEC.: 12976788	MATERIA-PRIMA/TRATAMENTO	PLANO/COR
BASE/CANTONEIRAS DE ICAMENTO	DE ACO CARBONO/FOSFATIZADO	MAU-01/MT CINZA PAL 7032
CHAPA PRINCIPAL	DE ACO CARBONO/FOSFATIZADO	MAU-01/MT CINZA PAL 7032
PLACA	DE ACO ZINCADO/FOSFATIZADO	MAU-01/MT LARANJA 2.5YR 6/14
SUPORTE	DE ACO ZINCADO DE USINA	SEM PLANO DE PINTURA/COR
ESPELHO	SEM ESPELHO	SEM ESPELHO
SUPORTE P/ COMPONENTES	DE ACO CARBONO/ZINCADO-FOSFATIZADO	MAU-21/MT LARANJA 2.5YR 6/14
SUPORTE LATERAL (LONGARINA)	DE ACO ZINCADO DE USINA	SEM PLANO DE PINTURA/COR
FLANGE	SEM FLANGE	SEM FLANGE
PORTA	DE ACO CARBONO/FOSFATIZADO	MAU-01/MT CINZA PAL 7032
FECHAMENTO SUPERIOR, INFERIOR, OU LATERAL	DE ACO CARBONO/FOSFATIZADO	MAU-01/MT CINZA PAL 7032
TETO VENTILADO	SEM TETO VENTILADO	SEM TETO VENTILADO

PRJ	PCP	PRC	MON	DATA LIBER	15/10/14	EXECUTADO	LIBERADO	DATA LIBER	15/10/14	VERIFICADO	EXECUTADO	+	CLIENTE:	INSTITUTO FEDERAL SANTA CATARINA - IFSC		BANCA DA PARA O LABORATÓRIO DE MÁQUINAS E ACIONAMENTOS ELÉTRICOS DO IFSC		AL		FL. 3	DE 5	PLS.
														DESENHO MECÂNICO		10003152976-PRJ-03/ME						
														WEG								

1		2		3		4		5		6		7		8	
		AVULSO		REMOVEL		RELACÃO DE MATERIAIS		EQUIPAMENTO:		GERAL				CÓDIGO:	
														12967638	
														FABRICANTE	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible]

[illegible]

	1	2	3	4	5	6	7	8
A	MATERIAL: 10994432							
	FOLHA DO ELETRICO		4					**BTWP 6/10T
	TIPO		BTWP 6		**			
	BITOLA mm²		6,0					
B	JUMPER	U	V	W	PE			
	BORNE N°	1	2	3	4	5	6	7
C	MATERIAL: 12048850							
	FOLHA DO ELETRICO		7		*			*RESERVA
	TIPO		BTWP 6					
D	BITOLA mm²		2,5		-			
	JUMPER	1	2	3	4	5	6	7
	BORNE N°	1	2	3	4	5	6	7
E								
F	CLIENTE: INSTITUTO FEDERAL SANTA CATARINA - IFSC							
	BANCADA PARA O LABORATÓRIO DE MÁQUINAS E ACIONAVENTOS ELÉTRICOS DO IFSC							
	10003152976-PRJ-03/RB							
	RÉGUA DE BORNES							
	FL. 2 DE 5 FLS.							

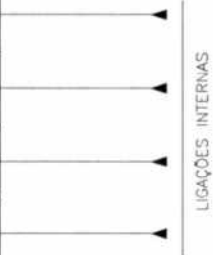
MATERIAL: 10910634

*RESERVA

FOLHA DO ELÉTRICO	9	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
-------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

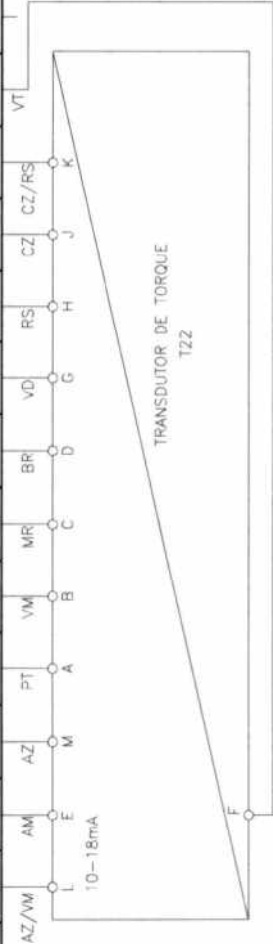
MATERIAL: 12585887

REGUA::X3	FOLHA DO ELÉTRICO	2														
	TIPO	BTWI 4														
	BITOLA mm²	1	2,5	1	2,5											
	JUMPER															
BORNE Nº		1	1	2	2											



MATERIAL: 12600318

REGUA::X4	FOLHA DO ELÉTRICO	11														
	TIPO	BTWI 4														
	BITOLA mm²	#0.5 STEREO														
	JUMPER															
BORNE Nº		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15



(*) X3
(*) X4



UNIDADE AUTOMAÇÃO

CERTIFICADO DE GARANTIA

DOC.:10003152976-PRJ-03/MN

FOLHA: 1 DE 2

TERMO DE GARANTIA LIMITADA PARA PAINÉIS ELÉTRICOS WEG

A WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S/A – UNIDADE AUTOMAÇÃO, estabelecida na Av. Pref. Waldemar Grubba, 3000 na cidade de Jaraguá do Sul – SC, oferece garantia limitada para defeitos de fabricação ou de materiais, para os painéis elétricos WEG conforme a seguir:

1. É condição essencial para a validade desta garantia que a compradora examine minuciosamente o produto adquirido imediatamente após a sua entrega, observando atentamente as suas características e as instruções de instalação, ajuste, operação e manutenção do mesmo. O produto será considerado aceito e automaticamente aprovado pela compradora, quando não ocorrer a manifestação por escrito da compradora sobre problemas técnicos ou arrependimento quando cabível, no prazo máximo de sete dias úteis após a data de entrega.
2. O prazo total desta garantia está informado na capa do projeto.
3. A garantia total acima é composta de: (a) tratando-se de relação de consumo, os primeiros 90 (noventa) dias serão considerados para fins de garantia a que se refere o inciso II do art. 26 da Lei 8.078/90, e o restante do período será considerado como garantia contratual, nos termos do art. 50 da referida Lei; e (b) nos demais casos, os primeiros 30 (trinta) dias serão considerados para fins de garantia a que se refere o caput do artigo 445 do Código Civil Brasileiro.
4. Em caso de não funcionamento ou funcionamento inadequado do produto em garantia, os serviços em garantia serão realizados a critério da WEG, nas instalações do cliente no horário comercial, ou na sua matriz em Jaraguá do Sul – SC.
5. O produto, na ocorrência de uma anomalia, deverá estar disponível para o fornecedor pelo período necessário, para a identificação da causa da anomalia e seus devidos reparos.
6. A WEG Automação examinará o produto ou componente com defeito e, caso comprove a existência de defeito coberto pela garantia, reparará, modificará ou substituirá o componente defeituoso, à seu critério, sem custos para a compradora, exceto os mencionados no item 8.0.
7. A responsabilidade da presente garantia se limita exclusivamente ao reparo do produto fornecido, não responsabilizando a WEG por danos a pessoas, a terceiros, a outros equipamentos ou instalações, lucros cessantes ou quaisquer outros danos emergentes ou consequentes.
8. Outras despesas como fretes, embalagens, custos de montagem e desmontagem, parametrização, correrão por conta exclusiva da compradora, inclusive todas as despesas de locomoção/estadia do pessoal de assistência técnica e eventuais horas extras, quando for necessário e/ou solicitado um atendimento nas instalações do usuário.
9. A presente garantia não abrange o desgaste normal dos produtos ou equipamentos, nem os danos decorrentes de operação ou instalação indevida ou negligente em desacordo com o manual do produto, parametrização incorreta, manutenção ou armazenagem inadequada, instalações de má qualidade ou influências de natureza química, eletroquímica, elétrica, mecânica ou atmosférica.
10. Ficam excluídas da responsabilidade por defeitos as partes ou peças consideradas de consumo, tais como, filtros de ar, bulbos incandescentes, fusíveis, protetores contra surtos, para-raios, etc.
11. A garantia perderá a validade, independente de qualquer aviso, se a compradora sem prévia autorização por escrito da WEG, fizer ou mandar fazer por terceiros, quaisquer modificações ou reparos no produto ou equipamento que vier a apresentar defeito.
12. O direito à garantia ficará suspenso em caso de mora ou inadimplemento de obrigações da compradora para com a WEG, nos termos do disposto no artigo 476 do Código Civil Brasileiro, sendo que o lapso temporal da suspensão será considerado garantia decorrida, caso a compradora, posteriormente, cumpra suas obrigações para com a WEG.
13. Quaisquer reparos, modificações, substituições decorrentes de defeitos de fabricação não interrompem nem prorrogam o prazo desta garantia.
14. Toda e qualquer solicitação, reclamação, comunicação, etc., no que se refere a produtos em garantia, assistência técnica, start-up, deverão ser dirigidos por escrito, ao seguinte endereço: WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S/A – UNIDADE AUTOMAÇÃO, A/C Departamento de Assistência Técnica, Av. Pref. Waldemar Grubba, 3000, malote 190, CEP 89256-900, Jaraguá do Sul – SC Brasil, Telefax 047-32764200, e-mail: astec@weg.net
15. A garantia oferecida pela Weg Automação está condicionada à observância destas condições gerais, sendo este o único termo de garantia válido.



UNIDADE AUTOMAÇÃO

CERTIFICADO DE GARANTIA

DOC.:10003152976-PRJ-03/MN

FOLHA: 2 DE 2

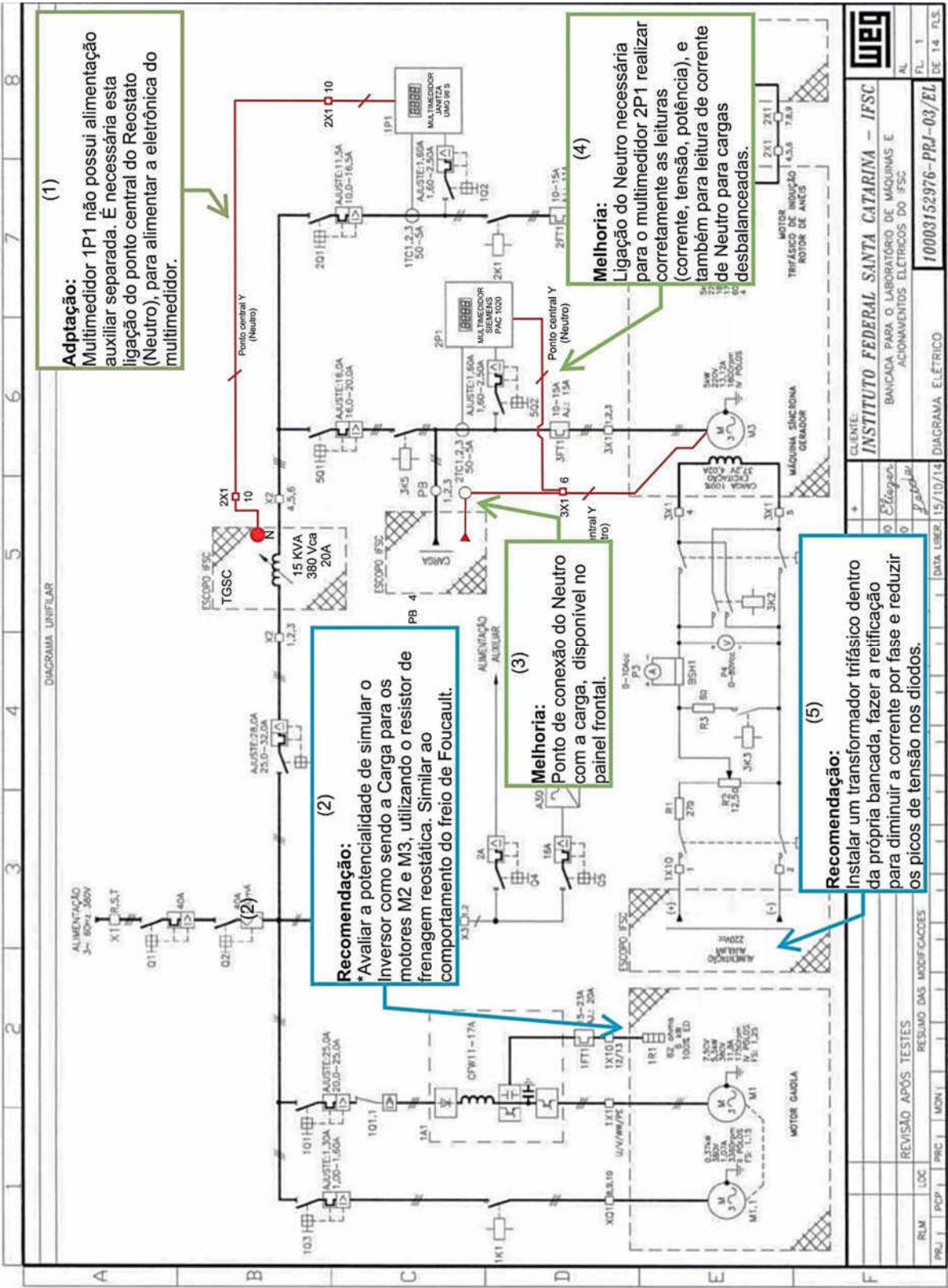
TERMO DE GARANTIA LIMITADA PARA CFWs, SSWs e SCAs

A WEG DRIVES E CONTROLS – UNIDADE AUTOMAÇÃO, estabelecida na Av. Pref. Waldemar Grubba, 3000 na cidade de Jaraguá do Sul – SC, oferece garantia limitada para defeitos de fabricação ou de materiais, para os Drives de baixa tensão WEG, conforme a seguir:

1. É condição essencial para a validade desta garantia que a compradora examine minuciosamente o produto adquirido imediatamente após a sua entrega, observando atentamente as suas características e as instruções de instalação, ajuste, operação e manutenção do mesmo. O inversor será considerado aceito e automaticamente aprovado pela compradora, quando não ocorrer a manifestação por escrito da compradora sobre problemas técnicos ou arrependimento quando cabível, no prazo máximo de sete dias úteis após a data de entrega.
2. O prazo total desta garantia está informado na capa do projeto.
3. A garantia total acima é composta de: (a) tratando-se de relação de consumo, os primeiros 90 (noventa) dias serão considerados para fins de garantia a que se refere o inciso II do art. 26 da Lei 8.078/90, e o restante do período será considerado como garantia contratual, nos termos do art. 50 da referida Lei; e (b) nos demais casos, os primeiros 30 (trinta) dias serão considerados para fins de garantia a que se refere o caput do artigo 445 do Código Civil Brasileiro.
4. Em caso de não funcionamento ou funcionamento inadequado do produto em garantia, os serviços em garantia poderão ser realizados a critério da WEG, na sua matriz em Jaraguá do Sul – SC, ou em uma Assistência Técnica Autorizada da WEG Automação, por esta indicada.
5. O produto, na ocorrência de uma anomalia, deverá estar disponível para o fornecedor pelo período necessário para a identificação da causa da anomalia e seus devidos reparos.
6. A WEG Automação ou uma Assistência Técnica Autorizada da WEG Automação, examinará o produto enviado, e, caso comprove a existência de defeito coberto pela garantia, reparará, modificará ou substituirá o produto defeituoso, à seu critério, sem custos para a compradora, exceto os mencionados no item 8.0.
7. A responsabilidade da presente garantia se limita exclusivamente ao reparo, modificação ou substituição do produto fornecido, não se responsabilizando a WEG por danos a pessoas, a terceiros, a outros equipamentos ou instalações, lucros cessantes ou quaisquer outros danos emergentes ou consequentes.
8. Outras despesas como fretes, embalagem, custos de desmontagem e montagem, serviços de parametrização, correrão por conta exclusiva da compradora, inclusive todos os honorários e despesas de locomoção/estadia do pessoal de assistência técnica, quando for necessário e/ou solicitado um atendimento nas instalações do usuário.
9. A presente garantia não abrange o desgaste normal do produto, nem os danos decorrentes de operação ou instalação indevida ou negligente em desacordo com o manual do produto, parametrização incorreta, manutenção ou armazenagem inadequada, instalações de má qualidade ou influências de natureza química, eletroquímica, elétrica, mecânica ou atmosférica.
10. Ficam excluídas da responsabilidade por defeitos as partes ou peças consideradas de consumo, tais como partes de borracha ou plástico, bulbos incandescentes, fusíveis, protetores contra surtos, etc.
11. A garantia extinguir-se-á, independente de qualquer aviso, se a compradora sem prévia autorização por escrito da WEG, fizer ou mandar fazer por terceiros, quaisquer modificações ou reparos no produto ou equipamento que vier a apresentar defeito.
12. O direito à garantia ficará suspenso em caso de mora ou inadimplemento de obrigações da compradora para com a WEG, nos termos do disposto no artigo 476 do Código Civil Brasileiro, sendo que o lapso temporal da suspensão será considerado garantia decorrida, caso a compradora, posteriormente, cumpra suas obrigações para com a WEG.
13. Quaisquer reparos, modificações, substituições decorrentes de defeitos de fabricação não interrompem nem prorrogam o prazo desta garantia.
14. Toda e qualquer solicitação, reclamação, comunicação, etc., no que se refere a produtos em garantia, assistência técnica, start-up, deverão ser dirigidos por escrito, ao seguinte endereço: WEG DRIVES E CONTROLS – UNIDADE AUTOMAÇÃO, A/C Departamento de Assistência Técnica, Av. Pref. Waldemar Grubba, 3000, malote 190, CEP 89256-900, Jaraguá do Sul – SC Brasil, e-mail: astec@weg.net
15. A garantia oferecida pela Weg Automação está condicionada à observância destas condições gerais, sendo este o único termo de garantia válido.

1		2		3		4		5		6		7		8	
SÍMBOLO	LET.	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	LET.	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	LET.	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	LET.	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	LET.	DESCRIÇÃO	
	CC	CORRENTE CONTÍNUA.		R	RESISTOR VARIÁVEL.		A	ADJUSTADOR EM GERAL. A FLECHA PODE SER INDICADA EM QUALQUER UM DOS OUTROS CANTOS.		A	AMPLIFICADOR EM GERAL.		K	ELEMENTO DE COMANDO ELETROMAGNÉTICO.	
	S	CHAVE FIM DE CURSO.		R	POTENCIÔMETRO COM CONTATO MÓVEL.		A	ADJUSTADOR EM GERAL. A FLECHA PODE SER INDICADA EM QUALQUER UM DOS OUTROS CANTOS.		A	EQUIPAMENTO INVERSOR A TRANSISTOR.		KT	ELEMENTO DE COMANDO RETARDADO NA ENERGIZAÇÃO/DESENERGIZAÇÃO.	
	Q	DISJUNTOR.		R	RESISTOR DE AQUECIMENTO.		A	ADJUSTADOR EM GERAL. A FLECHA PODE SER INDICADA EM QUALQUER UM DOS OUTROS CANTOS.		A	INSTRUMENTO INDICADOR DIGITAL.		FT	DISPOSITIVO DE ATUAÇÃO DE UM RELÉ TÉRMICO.	
	Q	SECCIONADOR.		R	V-RESISTOR DEPENDENTE DA TENSÃO (VARIADOR). P-RESISTOR DEPENDENTE DA TEMPERATURA (PTC).		P	PARA-RAIOS.		A	CONVERSOR DE SINAIS COM ISOLAÇÃO GALVÂNICA. EX: CONVERSOR 250Vca P/ 10Vcc.		K	RELÉ DE MÍNIMA TENSÃO (SUBTENSÃO).	
	F	COMANDO ROTATIVO.		R	RESISTOR LINEAR DEPENDENTE DA TEMPERATURA (PT 100).		F	PARA-RAIOS.		A	CONVERSOR DE SINAIS COM ISOLAÇÃO GALVÂNICA. EX: CONVERSOR 250Vca P/ 10Vcc.		KFF	RELÉ DETECTOR DE FALTA DE FASE EM UM SISTEMA TRIFÁSICO.	
	Q	CHAVE DE EMERGÊNCIA.		Q	CHAVE SECCIONADORA ABERTURA SOB CARGA.		V	DIODO SEMICONDUTOR, SÍMBOLO GERAL.		A	CONVERSOR DE SINAIS COM ISOLAÇÃO GALVÂNICA. EX: CONVERSOR 250Vca P/ 10Vcc.		S	SENSOR DE PROXIMIDADE COM SAÍDA EM CONTATO "NA".	
	FT	COMANDO POR ELEMENTO TÉRMICO.		K	INTERRUPTOR FECHADOR COM COMANDO POR PRESSÃO (PRESSOSTATO).		V	DIODO SEMICONDUTOR, SÍMBOLO GERAL.		V	DIODO SEMICONDUTOR, SÍMBOLO GERAL.		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	M	COMANDO POR MOTOR ELÉTRICO.		K	CONTATO REVERSOR (ABERTURA ANTES DO FECHAMENTO).		SA SV	SA-COMUTADORA AMPERIMÉTRICA (UNIFILAR). SV-COMUTADORA VOLTIMÉTRICA (UNIFILAR).		SA SV	SA-COMUTADORA AMPERIMÉTRICA (UNIFILAR). SV-COMUTADORA VOLTIMÉTRICA (UNIFILAR).		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	T	TERRA, SÍMBOLO GERAL.		KT	CONTATO NAF RETARDADO NA ENERGIZAÇÃO.		V	DIODO SEMICONDUTOR, SÍMBOLO GERAL.		V	DIODO SEMICONDUTOR, SÍMBOLO GERAL.		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	M	MASSA.		KT	CONTATO NAF RETARDADO NA DESENERGIZAÇÃO.		H	DIODO EMISSOR DE LUZ, SÍMBOLO GERAL.		H	DIODO EMISSOR DE LUZ, SÍMBOLO GERAL.		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	T	CONDUÇÃO, GRUPO DE CONDUTORES LINHA, CABO, CIRCUITO.		Q	SECCIONADOR, COMANDO MANUAL, COM DISPOSITIVO DE BLOQUEIO (CADEADO).		R	MAGNETORESISTOR LINEAR.		R	MAGNETORESISTOR LINEAR.		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	T	CONDUTORES TRANÇADOS.		Q	CHAVE FUSÍVEL SECCIONADOR SOB CARGA.		KSF	RELÉ DE SEQUÊNCIA DE FASE.		KSF	RELÉ DE SEQUÊNCIA DE FASE.		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	T	CONDUTOR BLINDADO.		Q	1-CONTATO NA (ABERTO). 2-CONTATO NF (FECHADO). NOTA: ESSE SÍMBOLO É TAMBÉM USADO COMO SÍMBOLO GERAL PARA UMA CHAVE (INTERRUPTOR).		Y	VALVULA SOLENOIDE.		Y	VALVULA SOLENOIDE.		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	F	FUSÍVEL, SÍMBOLO GERAL.		Q	CONTATO PRINCIPAL DE UM CONTATOR NA.		K	CONTATOR COM FILTRO RC.		K	CONTATOR COM FILTRO RC.		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	Q	CHAVE FUSÍVEL.		X	BORNE FUSÍVEL.		B	TACO GERADOR DE PULSO.		B	TACO GERADOR DE PULSO.		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	C	CAPACITOR, SÍMBOLO GERAL.		X	TERMINAL, BORNE: 1-LIGAÇÃO INTERNA. 2-LIGAÇÃO EXTERNA. 3-LIGAÇÃO BARRAMENTO.		TC	TRANSFORMADOR DE CORRENTE.		TC	TRANSFORMADOR DE CORRENTE.		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	L	INDUTOR, BOBINA, ENROLAMENTO.		X	PLUGUE E SOQUETE (MACHO E FEMEA).		H	LÂMPADA, SÍMBOLO GERAL. NOTA: PARA INDICAR A COR, UTILIZAR OS SEGUINTES CÓDIGOS: VW-VERMELHO AZ-AZUL AV-AMARELO BC-BRANCO VD-VERDE IN-INCOLOR.		H	LÂMPADA, SÍMBOLO GERAL. NOTA: PARA INDICAR A COR, UTILIZAR OS SEGUINTES CÓDIGOS: VW-VERMELHO AZ-AZUL AV-AMARELO BC-BRANCO VD-VERDE IN-INCOLOR.		CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	H	SIRENE.		A	LIMITADOR EM GERAL.								CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	H	BUZINA.											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	H	INDICADOR ELETROMECÂNICO (ELEMENTO AVANÇADOR).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR, SÍMBOLO GERAL.											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).											CA	CORRENTE ALTERNADA, 3 FASES COM NEUTRO, 60Hz 380V(220V ENTRE FASE E 0 NEUTRO).	
	R	RESISTOR COM TERMINAIS DE CORRENTE E TENSÃO SEPARADOS (SHUNT).													

ANEXO B - Comentários no diagrama unifilar



ANEXO C - Parâmetros do inversor de frequência

Este anexo de 7 páginas é a lista de todos os parâmetros do inversor de frequência, obtido por meio do *software* SuperDrive G2 em comunicação direta com o inversor de frequência via porta USB.

Configurações dos Parâmetros

Nome do Projeto: Parametros_CFW11
Arquivo de Conteúdo dos Parâmetros: C:\WEG\SuperDrive G2 15.1.0.4776
\Projects\Parametros_CFW11\Parametros_CFW11 (14 Fevereiro).par
Tipo de Drive: CFW-11 V5.15 380 V 17A / 13.5A

Parâmetro	Ajuste do Usuário	Parâmetro	Ajuste do Usuário
P0000 Acesso aos Parâmetros	5 (Alterado)	P0043 Horas Habilitado	7,3 h
P0001 Referência Velocidade	8 rpm	P0044 Contador kWh	11 kWh
P0002 Velocidade do Motor	0 rpm	P0045 Horas Ventil. Ligado	1 h
P0003 Corrente do Motor	0 A	P0048 Alarme Atual	0
P0004 Tensão Barram.CC (Ud)	581 V	P0049 Falha Atual	0
P0005 Frequência do Motor	0 Hz	P0050 Última Falha	91
P0006 Estado do Inversor	0: Ready (Pronto)	P0051 Dia/Mês Última Falha	14/02
P0007 Tensão de Saída	0 V	P0052 Ano Última Falha	25
P0009 Torque no Motor	0 %	P0053 Hora Última Falha	21:18
P0010 Potência de Saída	0 kW	P0054 Segunda Falha	91
P0011 cosPhi da Saida	0	P0055 Dia/Mês Segunda Falha	00/00
P0012 Estado DI8 a DI1	00000010b	P0056 Ano Segunda Falha	00
P0013 Estado DO5 a DO1	00000010b	P0057 Hora Segunda Falha	00:00
P0014 Valor de AO1	0 %	P0058 Terceira Falha	91
P0015 Valor de AO2	0 %	P0059 Dia/Mês TerceiraFalha	14/02
P0016 Valor de AO3	0 %	P0060 Ano Terceira Falha	25
P0017 Valor de AO4	0 %	P0061 Hora Terceira Falha	20:56
P0018 Valor de AI1	0,44 %	P0062 Quarta Falha	91
P0019 Valor de AI2	4,66 %	P0063 Dia/Mês Quarta Falha	14/02
P0020 Valor de AI3	0 %	P0064 Ano Quarta Falha	25
P0021 Valor de AI4	-100 %	P0065 Hora Quarta Falha	21:37
P0023 Versão de Software	5,15	P0066 Quinta Falha	91
P0025 Estado DI16 a DI9	00000000b	P0067 Dia/Mês Quinta Falha	10/02
P0026 Estado DO13 a DO6	00000000b	P0068 Ano Quinta Falha	25
P0027 Config. Acessórios 1	C2h	P0069 Hora Quinta Falha	17:49
P0028 Config. Acessórios 2	CE40h	P0070 Sexta Falha	91
P0029 Config. HW Potência	1100010001001000b	P0071 Dia/Mês Sexta Falha	10/02
P0030 Temperatura IGBTs U	27,9 °C	P0072 Ano Sexta Falha	25
P0031 Temperatura IGBTs V	27,9 °C	P0073 Hora Sexta Falha	17:25
P0032 Temperatura IGBTs W	27,9 °C	P0074 Sétima Falha	91
P0033 Temper. Retificador	27,7 °C	P0075 Dia/Mês Sétima Falha	10/02
P0034 Temper. Ar Interno	32,7 °C	P0076 Ano Sétima Falha	25
P0035 Temper. Ar Controle	39,7 °C	P0077 Hora Sétima Falha	15:21
P0036 Velocidade Ventilador	0 rpm	P0078 Oitava Falha	91
P0037 Sobrecarga do Motor	0 %	P0079 Dia/Mês Oitava Falha	29/01
P0038 Velocidade do Encoder	0 rpm	P0080 Ano Oitava Falha	25
P0039 Contador Pulsos Enc.	0	P0081 Hora Oitava Falha	18:45
P0040 Variável Processo PID	0 %	P0082 Nona Falha	91
P0041 Valor do Setpoint PID	0 %	P0083 Dia/Mês Nona Falha	06/11
P0042 Horas Energizado	25 h	P0084 Ano Nona Falha	24

Nome do Projeto: Parametros_CFW11

Arquivo de Conteúdo dos Parâmetros: C:\WEG\SuperDrive G2 15.1.0.4776

\Projects\Parametros_CFW11\Parametros_CFW11 (14 Fevereiro).par

Tipo de Drive: CFW-11 V5.15 380 V 17A / 13.5A

Parâmetro	Ajuste do Usuário	Parâmetro	Ajuste do Usuário
P0085 Hora Nona Falha	16:11	P0143 Tensão Saída Intermed	50 %
P0086 Décima Falha	91	P0144 Tensão Saída em 3Hz	8 %
P0087 Dia/Mês Décima Falha	23/10	P0145 Vel. Início Enf.Campo	1800 rpm
P0088 Ano Décima Falha	24	P0146 Veloc. Intermediária	900 rpm
P0089 Hora Décima Falha	17:27	P0150 Tipo Regul. Ud V/f	0: Hold Rampa
P0090 Corrente Últ. Falha	0 A	P0151 Nível Regul. Ud V/f	800 V
P0091 Barram. CC Últ. Falha	527 V	P0152 Ganho Prop. Regul. Ud	1,5
P0092 Velocidade Últ. Falha	0 rpm	P0153 Nível Frenagem Reost.	585 V (Alterado)
P0093 Referência Últ. Falha	8 rpm	P0154 Resistor de Frenagem	62 ohm (Alterado)
P0094 Frequência Últ. Falha	0 Hz	P0155 Potência no Res.Fren.	6 kW (Alterado)
P0095 Tensão Mot Últ. Falha	0 V	P0156 Corr. Sobrecarga 100%	12,6 A (Alterado)
P0096 Estado DIx Últ. Falha	00000000b	P0157 Corr. Sobrecarga 50%	10,3 A (Alterado)
P0097 Estado DOx Últ. Falha	00000010b	P0158 Corr. Sobrecarga 5%	5,7 A (Alterado)
P0100 Tempo Aceleração	10 s (Alterado)	P0159 Classe Térmica Motor	1: Classe 10
P0101 Tempo Desaceleração	10 s (Alterado)	P0160 Configuração Reg. Vel	0: Normal
P0102 Tempo Acel. 2a Rampa	20 s	P0161 Ganho Prop. Veloc.	7
P0103 Tempo Desac. 2a Rampa	20 s	P0162 Ganho Integral Veloc.	0,005
P0104 Rampa S	0: Inativa	P0163 Offset Referência LOC	0
P0105 Seleção 1a/2a Rampa	2: DIx	P0164 Offset Referência REM	0
P0120 Backup da Ref. Veloc.	1: Ativa	P0165 Filtro de Velocidade	0,012 s
P0121 Referência pela HMI	90 rpm	P0166 Ganho Difer. Veloc.	0
P0122 Referência JOG/JOG+	150 rpm	P0167 Ganho Prop. Corrente	0 (Alterado)
P0123 Referência JOG-	150 rpm	P0168 Ganho Integ. Corrente	0,01
P0124 Ref. 1 Multispeed	90 rpm	P0169 Máx.Corrente Torque +	125 %
P0125 Ref. 2 Multispeed	300 rpm	P0170 Máx.Corrente Torque -	125 %
P0126 Ref. 3 Multispeed	600 rpm	P0171 Corr.Torque + em Nmáx	125 %
P0127 Ref. 4 Multispeed	900 rpm	P0172 Corr.Torque - em Nmáx	125 %
P0128 Ref. 5 Multispeed	1200 rpm	P0173 Tipo Curva Torque Máx	0: Rampa
P0129 Ref. 6 Multispeed	1500 rpm	P0175 Ganho Propor. Fluxo	2
P0130 Ref. 7 Multispeed	1800 rpm	P0176 Ganho Integral Fluxo	0,02
P0131 Ref. 8 Multispeed	1650 rpm	P0178 Fluxo Nominal	100 %
P0132 Nível Máx. Sobreveloc	10 %	P0180 Iq* após o I/f	10 %
P0133 Velocidade Mínima	0 rpm (Alterado)	P0181 Modo de Magnetização	0: Habilita Geral
P0134 Velocidade Máxima	1800 rpm	P0182 Veloc. p/ Atuação I/F	18 rpm
P0135 Corrente Máxima Saída	20,3 A	P0183 Corrente no Modo I/F	1
P0136 Boost de Torque Man.	1	P0184 Modo Regulação Ud	1: Sem perdas
P0137 Boost de Torque Autom	0	P0185 Nível Regulação Ud	800 V
P0138 Compensação Escorreg.	0 %	P0186 Ganho Proporcional Ud	18
P0139 Filtro Corrente Saída	0,2 s	P0187 Ganho Integral Ud	0,002
P0140 Tempo de Acomodação	0 s	P0188 Ganho Prop. V. Saída	0,2
P0141 Velocidade Acomodação	90 rpm	P0189 Ganho Integ. V. Saída	0,001
P0142 Tensão Saída Máxima	100 %	P0190 Tensão Saída Máxima	380 V

Nome do Projeto: Parametros_CFW11
Arquivo de Conteúdo dos Parâmetros: C:\WEG\SuperDrive G2 15.1.0.4776
\Projects\Parametros_CFW11\Parametros_CFW11 (14 Fevereiro).par
Tipo de Drive: CFW-11 V5.15 380 V 17A / 13.5A

Parâmetro	Ajuste do Usuário	Parâmetro	Ajuste do Usuário
P0191 Busca de Zero Encoder	0: Inativa	P0240 Filtro da Entrada AI2	0,2 s (Alterado)
P0192 Estado Busca Zero Enc	0: Inativo	P0241 Função do Sinal AI3	0: Ref. Veloc.
P0200 Senha	1: Ativa	P0242 Ganho da Entrada AI3	1
P0201 Idioma	0: Português	P0243 Sinal da Entrada AI3	0: 0 a 10V/20mA
P0202 Tipo de Controle	0: V/f 60 Hz	P0244 Offset da Entrada AI3	0 %
P0203 Sel. Função Especial	0: Nenhuma	P0245 Filtro da Entrada AI3	0 s
P0204 Carrega/Salva Parâm.	0: Sem Função	P0246 Função do Sinal AI4	0: Ref. Veloc.
P0205 Sel. Parâm. Leitura 1	2: Veloc. Motor #	P0247 Ganho da Entrada AI4	1
P0206 Sel. Parâm. Leitura 2	3: Corr. Motor #	P0248 Sinal da Entrada AI4	0: 0 a 10V/20mA
P0207 Sel. Parâm. Leitura 3	17: Torque Motor - (Alterado)	P0249 Offset da Entrada AI4	0 %
P0208 Fator Escala Ref.	1800	P0250 Filtro da Entrada AI4	0 s
P0209 Unidade Eng. Ref. 1	114	P0251 Função da Saída AO1	2: Veloc. Real
P0210 Unidade Eng. Ref. 2	112	P0252 Ganho da Saída AO1	1
P0211 Unidade Eng. Ref. 3	109	P0253 Sinal da Saída AO1	0: 0 a 10V/20mA
P0212 Forma Indicação Ref.	0: wxyz	P0254 Função da Saída AO2	14: Sem função (Alterado)
P0213 Fundo Escala Leitura1	100 %	P0255 Ganho da Saída AO2	1
P0214 Fundo Escala Leitura2	100 %	P0256 Sinal da Saída AO2	0: 0 a 10V/20mA
P0215 Fundo Escala Leitura3	100 %	P0257 Função da Saída AO3	2: Veloc. Real
P0216 Contraste Display HMI	27	P0258 Ganho da Saída AO3	1
P0217 Bloqueio por Vel.Nula	1: Ativo (N* e N) (Alterado)	P0259 Sinal da Saída AO3	4: 0 a 10 V
P0218 Saída Bloq. Vel. Nula	0: Ref. ou Veloc.	P0260 Função da Saída AO4	5: Corrente Saída
P0219 Tempo com Veloc. Nula	60 s (Alterado)	P0261 Ganho da Saída AO4	1
P0220 Seleção Fonte LOC/REM	3: Tecla LR (REM) (Alterado)	P0262 Sinal da Saída AO4	4: 0 a 10 V
P0221 Sel. Referência LOC	1: AI1 (Alterado)	P0263 Função da Entrada DI1	1: Gira/Pára
P0222 Sel. Referência REM	1: AI1	P0264 Função da Entrada DI2	19: Sem Falha Ext. (Alterado)
P0223 Seleção Giro LOC	0: Horário (Alterado)	P0265 Função da Entrada DI3	0: Sem Função
P0224 Seleção Gira/Pára LOC	1: DIx (Alterado)	P0266 Função da Entrada DI4	0: Sem Função
P0225 Seleção JOG LOC	0: Inativo (Alterado)	P0267 Função da Entrada DI5	10: JOG
P0226 Seleção Giro REM	0: Horário (Alterado)	P0268 Função da Entrada DI6	14: 2a. Rampa
P0227 Seleção Gira/Pára REM	1: DIx	P0269 Função da Entrada DI7	0: Sem Função
P0228 Seleção JOG REM	0: Inativo (Alterado)	P0270 Função da Entrada DI8	0: Sem Função
P0229 Seleção Modo Parada	0: Por Rampa	P0275 Função Saída DO1(RL1)	11: Run (Alterado)
P0230 Zona Morta (AIs)	0: Inativa	P0276 Função Saída DO2(RL2)	13: Sem Falha (Alterado)
P0231 Função do Sinal AI1	0: Ref. Veloc.	P0277 Função Saída DO3(RL3)	0: Sem Função (Alterado)
P0232 Ganho da Entrada AI1	2 (Alterado)	P0278 Função da Saída DO4	0: Sem Função
P0233 Sinal da Entrada AI1	0: 0 a 10V/20mA	P0279 Função da Saída DO5	0: Sem Função
P0234 Offset da Entrada AI1	0 %	P0281 Frequência Fx	4 Hz
P0235 Filtro da Entrada AI1	0 s	P0282 Histerese Fx	2 Hz
P0236 Função do Sinal AI2	5: Sem função (Alterado)	P0283 Tempo para DO2 ON	0 s
P0237 Ganho da Entrada AI2	2 (Alterado)	P0284 Tempo para DO2 OFF	0 s
P0238 Sinal da Entrada AI2	1: 4 a 20 mA (Alterado)	P0285 Tempo para DO3 ON	0 s
P0239 Offset da Entrada AI2	-50 % (Alterado)	P0286 Tempo para DO3 OFF	0 s

Nome do Projeto: Parametros_CFW11
Arquivo de Conteúdo dos Parâmetros: C:\WEG\SuperDrive G2 15.1.0.4776
\Projects\Parametros_CFW11\Parametros_CFW11 (14 Fevereiro).par
Tipo de Drive: CFW-11 V5.15 380 V 17A / 13.5A

Parâmetro	Ajuste do Usuário	Parâmetro	Ajuste do Usuário
P0287 Histerese Nx/Ny	18 rpm	P0348 Conf.Sobrecarga Motor	1: Falha/Alarme
P0288 Velocidade Nx	120 rpm	P0349 Nível para Alarme Ixt	85 %
P0289 Velocidade Ny	1800 rpm	P0350 Conf.Sobrecarga IGBTs	1: F/A c/red. Fs
P0290 Corrente Ix	17 A	P0351 Conf. Sobretemp.Motor	1: Falha/Alarme
P0291 Velocidade Nula	18 rpm	P0352 Config. Ventiladores	4: VD-CT,VI-ON (Alterado)
P0292 Faixa para N = N*	18 rpm	P0353 Conf.Sobretmp.IGBT/Ar	0: D-F/A, AR-F/A
P0293 Torque Tx	100 %	P0354 Conf. Veloc. Ventil.	1: Falha
P0294 Horas Hx	4320 h	P0355 Config. Falha F185	1: Ativa
P0295 Corr. Nom. ND/HD Inv.	10: 17A / 13,5A	P0356 Compens. Tempo Morto	1: Ativa
P0296 Tensão Nominal Rede	1: 380 V	P0357 Tempo Falta Fase Rede	3 s
P0297 Freq. de Chaveamento	2: 5.0 kHz	P0358 Config. Falha Encoder	3: F67,F79 ativas
P0298 Aplicação	0: Uso Normal(ND)	P0359 Estab. Corrente Motor	0: Inativa
P0299 Tempo Frenag. Partida	0 s	P0372 Corr. Fren. CC Sless	40 %
P0300 Tempo Frenagem Parada	0 s	P0373 Tipo de Sensor PTC1	1: PTC Triplo
P0301 Velocidade de Início	30 rpm	P0374 Conf. F/A Sensor 1	1: Falha/AI./Cabo
P0302 Tensão Frenagem CC	2 %	P0375 Temper. F/A Sensor 1	130 °C
P0303 Velocidade Evitada 1	600 rpm	P0376 Tipo do Sensor PTC2	1: PTC Triplo
P0304 Velocidade Evitada 2	900 rpm	P0377 Conf. F/A Sensor 2	1: Falha/AI./Cabo
P0305 Velocidade Evitada 3	1200 rpm	P0378 Temper. F/A Sensor 2	130 °C
P0306 Faixa Evitada	0 rpm	P0379 Tipo do Sensor PTC3	1: PTC Triplo
P0308 Endereço Serial	1	P0380 Conf. F/A Sensor 3	1: Falha/AI./Cabo
P0310 Taxa Comunic. Serial	0: 9600 bits/s	P0381 Temper. F/A Sensor 3	130 °C
P0311 Config. Bytes Serial	3: 8 bits, sem, 2	P0382 Tipo do Sensor PTC4	1: PTC Triplo
P0312 Protocolo Serial	2: Modbus RTU	P0383 Conf. F/A Sensor 4	1: Falha/AI./Cabo
P0313 Ação p/ Erro Comunic.	1: Pára por Rampa	P0384 Temper. F/A Sensor 4	130 °C
P0314 Watchdog Serial	0 s	P0385 Tipo do Sensor PTC5	1: PTC Triplo
P0316 Estado Interf. Serial	1: Ativo	P0386 Conf. F/A Sensor 5	1: Falha/AI./Cabo
P0320 FlyStart/Ride-Through	0: Inativas	P0387 Temper. F/A Sensor 5	130 °C
P0321 Ud para Falta de Rede	436 V	P0388 Temperatura Sensor 1	0 °C
P0322 Ud para Ride-Through	423 V	P0389 Temperatura Sensor 2	0 °C
P0323 Ud para Retorno Rede	462 V	P0390 Temperatura Sensor 3	0 °C
P0325 Ganho Prop. RT	22,8	P0391 Temperatura Sensor 4	0 °C
P0326 Ganho Integr. RT	0,128	P0392 Temperatura Sensor 5	0 °C
P0327 Rampa Corr. I/f F.S.	0,07	P0393 Maior Temp. Sensores	0 °C
P0328 Filtro Flying Start	0,085	P0397 Compens. Escor.Regen.	1: Ativa
P0329 Rampa Freq. I/f F.S.	6	P0398 Fator Serviço Motor	1,25 (Alterado)
P0331 Rampa de Tensão	2 s	P0399 Rendimento Nom. Motor	67 %
P0332 Tempo Morto	1 s	P0400 Tensão Nominal Motor	380 V (Alterado)
P0340 Tempo Auto-Reset	0 s	P0401 Corrente Nom. Motor	11,8 A (Alterado)
P0342 Conf. Cor.Deseq.Motor	0: Inativa	P0402 Rotação Nom. Motor	1750 rpm
P0343 Config. Falta à Terra	1: Ativa	P0403 Frequência Nom. Motor	60 Hz
P0344 Conf. Lim. Corrente	3: Desac.- LR OFF	P0404 Potência Nom. Motor	11: 7.5 CV (Alterado)

Nome do Projeto: Parametros_CFW11

Arquivo de Conteúdo dos Parâmetros: C:\WEG\SuperDrive G2 15.1.0.4776

\Projects\Parametros_CFW11\Parametros_CFW11 (14 Fevereiro).par

Tipo de Drive: CFW-11 V5.15 380 V 17A / 13.5A

Parâmetro	Ajuste do Usuário	Parâmetro	Ajuste do Usuário
P0405 Número Pulsos Encoder	1024 ppr	P0563 CH3: Canal 3 do Trace	3: Corr. Motor
P0406 Ventilação do Motor	1: Independente (Alterado)	P0564 CH4: Canal 4 do Trace	0: Inativo
P0407 Fator Pot. Nom. Motor	0,68	P0571 Inicia Trace	0: Inativo
P0409 Resistência Estator	0 ohm	P0572 Dia/Mês Disparo Trace	00/00
P0410 Corrente Magnetização	4,6 A (Alterado)	P0573 Ano Disparo Trace	00
P0411 Indutância Dispersão	0 mH	P0574 Hora Disparo Trace	00:00
P0412 Constante Tr	0 s	P0575 Seg. Disparo Trace	00
P0413 Constante Tm	0 s	P0576 Estado Função Trace	0: Inativo
P0431 Número de Pólos	6	P0680 Estado Lógico	0001011000000000b
P0433 Indutância Lq	0 mH	P0681 Velocidade 13 bits	0
P0434 Indutância Ld	0 mH	P0682 Controle Serial/USB	00000000b
P0435 Constante Ke	100	P0683 Ref. Vel. Serial/USB	0
P0438 Ganho Prop. Iq	0,8	P0684 Controle CO/DN/DP	00000000b
P0439 Ganho Integral Iq	0,005	P0685 Ref. Vel. CO/DN/DP	0
P0440 Ganho Prop. Id	0,5	P0686 Controle Anybus-CC	00000000b
P0441 Ganho Integral Id	0,005	P0687 Ref. Vel. Anybus-CC	0
P0520 Ganho Proporc. PID	1	P0695 Valor para DOx	00000000b
P0521 Ganho Integral PID	0,043	P0696 Valor 1 para AOx	0
P0522 Ganho Diferencial PID	0	P0697 Valor 2 para AOx	0
P0523 Tempo de Rampa do PID	3 s	P0698 Valor 3 para AOx	0
P0524 Sel.Realimentação PID	1: AI2 (P0236)	P0699 Valor 4 para AOx	0
P0525 Setpoint PID pela HMI	0 %	P0700 Protocolo CAN	2: DeviceNet
P0527 Tipo de Ação PID	0: Direto	P0701 Endereço CAN	63
P0528 Fator de Escala VP	1000	P0702 Taxa Comunicação CAN	0: 1 Mbps/Auto
P0529 Forma de Indicação VP	1: wxy.z	P0703 Reset de Bus Off	1: Automático
P0530 Unidade Eng. VP 1	37	P0705 Estado ControladorCAN	0: Inativo
P0531 Unidade Eng. VP 2	32	P0706 Telegramas CAN RX	0
P0532 Unidade Eng. VP 3	32	P0707 Telegramas CAN TX	0
P0533 Valor VPx	90 %	P0708 Contador de Bus Off	0
P0534 Valor VPy	10 %	P0709 MensagensCAN Perdidas	0
P0535 Saida N=0 PID	0 %	P0710 Instâncias I/O DNet	0: ODVA Basic 2W
P0536 Ajuste Autom. P0525	1: Ativo	P0711 Leitura #3 DeviceNet	-1
P0538 Histerese VPx/VPy	1 %	P0712 Leitura #4 DeviceNet	-1
P0550 Fonte Trigger Trace	0: Inativo	P0713 Leitura #5 DeviceNet	-1
P0551 Valor Trigger Trace	0 %	P0714 Leitura #6 DeviceNet	-1
P0552 Condição Trigg. Trace	5: Falha	P0715 Escrita #3 DeviceNet	-1
P0553 Período Amostr. Trace	1	P0716 Escrita #4 DeviceNet	-1
P0554 Pré-Trigger Trace	0 %	P0717 Escrita #5 DeviceNet	-1
P0559 Memória Máxima Trace	0 %	P0718 Escrita #6 DeviceNet	-1
P0560 Memória Dispon. Trace	0 %	P0719 Estado Rede DeviceNet	0: Offline
P0561 CH1: Canal 1 do Trace	1: Ref. Veloc.	P0720 Estado Mestre DNet	1: Idle
P0562 CH2: Canal 2 do Trace	2: Veloc. Motor	P0721 Estado Com. CANopen	0: Inativo

Nome do Projeto: Parametros_CFW11
Arquivo de Conteúdo dos Parâmetros: C:\WEG\SuperDrive G2 15.1.0.4776
\Projects\Parametros_CFW11\Parametros_CFW11 (14 Fevereiro).par
Tipo de Drive: CFW-11 V5.15 380 V 17A / 13.5A

Parâmetro	Ajuste do Usuário	Parâmetro	Ajuste do Usuário
P0722 Estado Nó CANopen	0: Inativo	P0805 Temper. Fase W Book 2	0 °C
P0723 Identificação Anybus	0: Inativo	P0806 Temper. Fase U Book 3	0 °C
P0724 Estado Comunic.Anybus	0: Inativo	P0807 Temper. Fase V Book 3	0 °C
P0725 Endereço Anybus	0	P0808 Temper. Fase W Book 3	0 °C
P0726 Taxa Comunic. Anybus	0	P0809 Temper. Fase U Book 4	0 °C
P0727 Palavras I/O Anybus	2: 2 Palavras	P0810 Temper. Fase V Book 4	0 °C
P0728 Leitura #3 Anybus	0	P0811 Temper. Fase W Book 4	0 °C
P0729 Leitura #4 Anybus	0	P0812 Temper. Fase U Book 5	0 °C
P0730 Leitura #5 Anybus	0	P0813 Temper. Fase V Book 5	0 °C
P0731 Leitura #6 Anybus	0	P0814 Temper. Fase W Book 5	0 °C
P0732 Leitura #7 Anybus	0	P0832 Função Entrada DIM1	0: Sem Função
P0733 Leitura #8 Anybus	0	P0833 Função Entrada DIM2	0: Sem Função
P0734 Escrita #3 Anybus	0	P0834 Estado DIM2 a DIM1	00000000b
P0735 Escrita #4 Anybus	0	P0918 Endereço Profibus	1
P0736 Escrita #5 Anybus	0	P0922 Sel. Teleg. Profibus	1: Teleg.Padrão 1
P0737 Escrita #6 Anybus	0	P0944 Contador de Falhas	0
P0738 Escrita #7 Anybus	0	P0947 Número da Falha	0
P0739 Escrita #8 Anybus	0	P0963 Taxa Comunic.Profibus	0: 9.6 kbit/s
P0740 Estado Com. Profibus	0: Inativo	P0964 Identificação Drive	0
P0741 Perfil Dados Profibus	1: Fabricante	P0965 Identificação Perfil	0
P0742 Leitura #3 Profibus	0	P0967 Palavra de Controle 1	00000000b
P0743 Leitura #4 Profibus	0	P0968 Palavra de Status 1	00000000b
P0744 Leitura #5 Profibus	0	P1000 Estado da SoftPLC	0: Sem Aplicativo
P0745 Leitura #6 Profibus	0	P1001 Comando para SoftPLC	0: Pára Aplic.
P0746 Leitura #7 Profibus	0	P1002 Tempo Ciclo de Scan	2 ms
P0747 Leitura #8 Profibus	0	P1010 Parâmetro SoftPLC 1	0
P0748 Leitura #9 Profibus	0	P1011 Parâmetro SoftPLC 2	0
P0749 Leitura #10 Profibus	0	P1012 Parâmetro SoftPLC 3	0
P0750 Escrita #3 Profibus	0	P1013 Parâmetro SoftPLC 4	0
P0751 Escrita #4 Profibus	0	P1014 Parâmetro SoftPLC 5	0
P0752 Escrita #5 Profibus	0	P1015 Parâmetro SoftPLC 6	0
P0753 Escrita #6 Profibus	0	P1016 Parâmetro SoftPLC 7	0
P0754 Escrita #7 Profibus	0	P1017 Parâmetro SoftPLC 8	0
P0755 Escrita #8 Profibus	0	P1018 Parâmetro SoftPLC 9	0
P0756 Escrita #9 Profibus	0	P1019 Parâmetro SoftPLC 10	0
P0757 Escrita #10 Profibus	0	P1020 Parâmetro SoftPLC 11	0
P0799 Atraso Atualiz. I/O	0 s	P1021 Parâmetro SoftPLC 12	0
P0800 Temper. Fase U Book 1	0 °C	P1022 Parâmetro SoftPLC 13	0
P0801 Temper. Fase V Book 1	0 °C	P1023 Parâmetro SoftPLC 14	0
P0802 Temper. Fase W Book 1	0 °C	P1024 Parâmetro SoftPLC 15	0
P0803 Temper. Fase U Book 2	0 °C	P1025 Parâmetro SoftPLC 16	0
P0804 Temper. Fase V Book 2	0 °C	P1026 Parâmetro SoftPLC 17	0

Nome do Projeto: Parametros_CFW11
Arquivo de Conteúdo dos Parâmetros: C:\WEG\SuperDrive G2 15.1.0.4776
\Projects\Parametros_CFW11\Parametros_CFW11 (14 Fevereiro).par
Tipo de Drive: CFW-11 V5.15 380 V 17A / 13.5A

Parâmetro	Ajuste do Usuário	Parâmetro	Ajuste do Usuário
P1027 Parâmetro SoftPLC 18	0		
P1028 Parâmetro SoftPLC 19	0		
P1029 Parâmetro SoftPLC 20	0		
P1030 Parâmetro SoftPLC 21	0		
P1031 Parâmetro SoftPLC 22	0		
P1032 Parâmetro SoftPLC 23	0		
P1033 Parâmetro SoftPLC 24	0		
P1034 Parâmetro SoftPLC 25	0		
P1035 Parâmetro SoftPLC 26	0		
P1036 Parâmetro SoftPLC 27	0		
P1037 Parâmetro SoftPLC 28	0		
P1038 Parâmetro SoftPLC 29	0		
P1039 Parâmetro SoftPLC 30	0		
P1040 Parâmetro SoftPLC 31	0		
P1041 Parâmetro SoftPLC 32	0		
P1042 Parâmetro SoftPLC 33	0		
P1043 Parâmetro SoftPLC 34	0		
P1044 Parâmetro SoftPLC 35	0		
P1045 Parâmetro SoftPLC 36	0		
P1046 Parâmetro SoftPLC 37	0		
P1047 Parâmetro SoftPLC 38	0		
P1048 Parâmetro SoftPLC 39	0		
P1049 Parâmetro SoftPLC 40	0		
P1050 Parâmetro SoftPLC 41	0		
P1051 Parâmetro SoftPLC 42	0		
P1052 Parâmetro SoftPLC 43	0		
P1053 Parâmetro SoftPLC 44	0		
P1054 Parâmetro SoftPLC 45	0		
P1055 Parâmetro SoftPLC 46	0		
P1056 Parâmetro SoftPLC 47	0		
P1057 Parâmetro SoftPLC 48	0		
P1058 Parâmetro SoftPLC 49	0		
P1059 Parâmetro SoftPLC 50	0		