

RELATÓRIO FINAL – IFSP

TÍTULO DO PROJETO

Desenvolvimento de uma ferramenta baseada em Web para dimensionamento de equipamentos para acionamentos de motores elétricos

BOLSISTA

Jonathan Tobias da Silva

e-mail: jonathantobias2009@hotmail.com

Celular: (016) 99323-2745

ORIENTADOR

André Luís Dias

e-mail: andre.dias@ifsp.edu.br

Celular: (016) 98810-4864

INSTITUIÇÃO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo-IFSP

Rua Pedro Vicente, 625 – Canindé – São Paulo-SP

CEP: 01109-010

Telefone: 11-3775-4570

e-mail: prp@ifsp.edu.br;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
2.1. Tipos de partidas de motores elétricos	6
2.2. Tecnologias e linguagens para desenvolvimento de ferramentas WEB ..	8
2.2.1. Banco de dados.....	9
3. OBJETIVO.....	10
4. METODOLOGIA.....	11
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
6. CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

RESUMO

Os motores elétricos desempenham um importante papel no acionamento de máquinas nos processos industriais dos mais variados segmentos do mercado. Otimizar o tempo de engenheiros que trabalham na área ao dimensionar os equipamentos para acionamentos de motores elétricos é o objetivo principal desse trabalho. Por meio da plataforma NodeJS é formulado uma aplicação web que coleta dados sobre a rede de alimentação (tensão de operação e nível de interrupção), potência do motor, tipo de partida e carga a ser acionada, de todos os motores que compõem um novo projeto e através de um algoritmo, retorna a lista completa de componentes necessários para o acionamento dos motores e informações adicionais em um relatório. Os resultados alcançados possibilitam a disponibilização da ferramenta online para os engenheiros da área e estudantes da tecnologia.

PALAVRAS-CHAVE: acionamentos de motores elétricos; NodeJS; MongoDB.

1. INTRODUÇÃO

O dimensionamento de circuitos elétricos, é de grande importância nas fases conceituais e básicas de desenvolvimento, tornando imprescindível boa análise, avaliação, e cálculos para que seja possível elaborar um projeto que atenda às necessidades apresentadas pelo usuário final. Para compreender tal importância, é necessário o conhecimento de alguns fatores que influenciam nesse mérito.

Segundo o relatório do Ministério de Minas e Energia sobre balanço energético nacional de 2014, 37,7% do total de energia elétrica produzida no Brasil é consumida pelo setor industrial (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018). Os motores elétricos são responsáveis por quase 70% de toda a energia elétrica consumida dentro de seus processos, sendo que, dentre eles, cerca de 90% de suas aplicações pertencem aos motores de indução trifásicos (MIT). Desta maneira, verifica-se a importância de utilizar corretamente esses equipamentos, tendo a possibilidade de gerenciar e aprimorar o dimensionamento e projetos elétricos envolvendo esses motores.

Outro fator que realça a importância de haver um dimensionamento dos circuitos elétricos é a partida dos motores. Nesse instante, os motores solicitam uma corrente muito maior do que em seu serviço nominal, devido à mudança do estado de inércia do motor. Normalmente, essa corrente se apresenta de seis a oito vezes a corrente nominal do motor, denominando-se assim, como corrente de pico. Entretanto, não será sempre essa razão entre a corrente de pico e corrente nominal do motor, visto que o tempo de duração desse pico e sua amplitude dependem das condições dessa partida, podendo assim, aumentar ou diminuir essa razão. É desse problema que surge a existência de diversos tipos de acionamento de motores, buscando sempre manter ou aumentar a vida útil e proteção de uma máquina.

Importante ressaltar que os sistemas elétricos de acionamentos de motores em indústrias são geralmente grandes e complexos. Durante o estágio do projeto básico é necessário avaliar tensão de operação, nível de interrupção, cargas mecânicas a serem acionadas, entre outras. A partir desta análise, deve-se fazer o dimensionamento dos equipamentos, ou lista de peças, o que se trata de uma tarefa repetitiva e morosa. Estas ferramentas comerciais atuais, embora

ajudem o desenvolvimento do projeto básico, não permitem a otimização e análise de vários aspectos elétricos.

Destarte, conclui-se que desde a alimentação de uma máquina, até diversos métodos de partida de motores elétricos, medidas de proteção, comando e manobra de cargas conectadas à rede, protocolos de comunicação, é necessário um planejamento adequado.

Devido a sua importância, naturalmente investe-se maior tempo e mão de obra na elaboração, avaliação e verificação do projeto, tornando todo esse processo lento, e passivo de erros.

Este projeto apresenta um método computacional utilizando sistemas especialistas, que apoia engenheiros de projeto no desenvolvimento de sistemas elétricos industriais. O método é baseado em uma aplicação Web, fornecendo as especificações dos principais equipamentos elétricos (cabos, transformadores, componentes de comando, manobra e proteção), além de relatórios técnicos. Busca a otimização de tempo para dimensionamento da lista de peças para projeto de painéis elétricos para acionamentos de motores. Diversas condições são consideradas no dimensionamento, como fluxo de energia elétrica, nível de curto circuito, aspectos da carga acionada e correção de fator de potência.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Tipos de partidas de motores elétricos

Existem várias formas de acionamento de motores elétricos, como por exemplo, a partida direta, partida reversora, partida suave (soft starter), partida por inversor de frequência, além de outros métodos menos usuais. Porém para cada tipo de partida, há a necessidade de equipamentos de proteção, comunicação, comando e manobra. Para cada aplicação, devem ser considerados alguns critérios na escolha do mais apropriado, como: a característica da máquina a ser acionada, as circunstâncias de disponibilidade de potência de alimentação, a confiabilidade do serviço, entre outros.

O método de partida de motor mais conhecido e utilizado é o de partida direta: alimenta-se um motor com sua tensão nominal, saindo do zero à sua tensão de operação em um pequeno intervalo de tempo, sendo isso uma grande desvantagem na maioria dos casos, visto que ao acionar um motor dessa maneira, solicita-se da fonte de alimentação uma corrente elétrica de 6 a 7 vezes o valor da corrente nominal. Por outro lado, o motor aplica um alto torque no eixo que está acionando, fazendo com que a partida seja bastante robusta.

Existem diversos tipos de partidas diretas de motores elétricos, os mais utilizados estão ilustrados através de seus circuitos de potência na Figura 1.

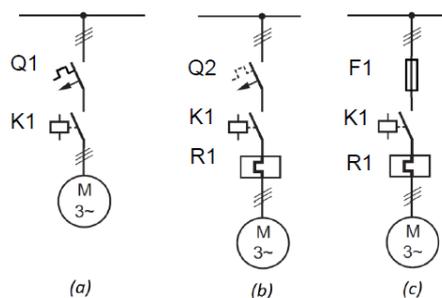


Figura 1 – Diagramas de partida direta convencional. Adaptado de: ABNT, 2011

Abaixo, na Tabela 1, é possível observar os componentes utilizados nas partidas direta e reversora.

Tabela 1- Componentes utilizados em partidas direta e reversora.

Referência	Descrição	Tipo de Componente	Norma Técnica
K1	Contator de Potência	Manobra	NBR EC 60947-4
Q1	Disjuntor Motor	Proteção (Curto-circuito) Proteção (Sobrecarga)	NBR IEC 60947-2
Q2	Disjuntor Motor (Magnético)	Proteção (Curto-circuito)	NBR IEC 60947-2
F1	Fusível Retardado (Categoria gG)	Proteção (Curto-circuito)	NBR IEC 60947-2
R1	Relé de Sobrecarga	Proteção (Sobrecarga)	NBR IEC 60947-2

Considerando as observações supracitadas na partida direta, as mesmas podem ser realizadas para este próximo tipo apresentado: partida reversora. Entretanto, para este método, é adicionado um contator no circuito de potência, responsável pela inversão do sentido de rotação do motor, como apresentado na Figura 2.

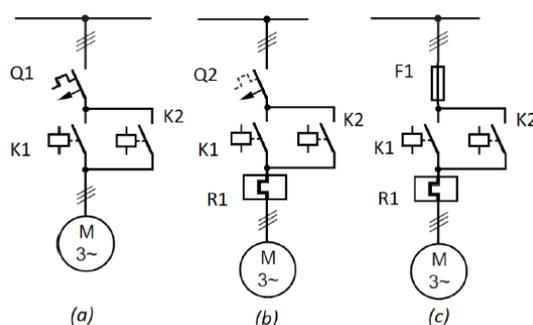


Figura 2 – Diagramas de chave de partida reversora. Adaptado de: ABNT, 2011

Os métodos de acionamento já citados apresentam vantagens para cargas que requeiram uma partida robusta. Já para as cargas acopladas em motores elétricos que exijam acionamentos suaves, principalmente em motores de grande porte emprega-se a partida suave com eletrônica de potência, ou conhecida como soft starter. As vantagens desse acionamento se apropriam nas desvantagens da partida direta pois é um dispositivo de manobra, adequado para partida e parada suave de motores trifásicos, cujo deseja-se eliminar os altos conjugados de aceleração do motor e picos de corrente na partida (SOLVESON; MIRAFZAL; DEMERDASH, 2006).

Por fim, a partida por inversor de frequência se destaca dentre as supracitadas por ter mais funcionalidades. É o método mais eficiente de controle de velocidade de motores de indução trifásicos, com menos perdas no dispositivo responsável pela variação da velocidade. Consiste na variação da frequência da fonte alimentadora através de conversores de frequência, também conhecidos como inversores de frequência. Neste método de acionamento o motor pode ser controlado de modo a prover um ajuste contínuo de velocidade e conjugado com relação a carga mecânica (FRANCHI, 2008).

Existem outros métodos de partida que não serão citados neste tópico por serem cada vez menos utilizados em acionamento de motores atualmente. Dentre eles podemos destacar a partida estrela-triângulo, a partida compensadora (com autotransformador) e a partida série paralela.

2.2. Tecnologias e linguagens para desenvolvimento de ferramentas WEB

Atualmente existem diversas plataformas disponíveis para desenvolvimento de ferramentas WEB que ganharam muita visibilidade em poucos anos. Devido a esse avanço tecnológico muito grande, pode-se aproveitar de todas as tecnologias e bibliotecas para atingir o objetivo de criar uma aplicação WEB.

O desenvolvimento de um aplicativo ou site atualmente se resume a três linguagens: JavaScript, HTML e CSS. A partir desses três pilares, as estruturas de desenvolvimento da WEB são o próximo passo. Atualmente, há muitas possibilidades de escolha que auxiliam e colaboram com o programador evitando tarefas simples ou comuns. Abaixo estão apresentadas as tecnologias e linguagens que mais se destacam no mercado de acordo com o desenvolvedor Full-Stack Milos Timotic:

- Node.js: se destaca pelo seu tempo de execução assíncrona e pela sua programação orientada a eventos; o Node.js foi projetado para criar aplicativos de rede escaláveis.
- Angular: uma tecnologia muito recente e é projetada especificamente para o desenvolvimento de aplicativos dinâmicos.
- Python: uma linguagem de fácil entendimento com uma grande hospedagem de módulos de terceiros.

- PHP: é uma linguagem popular de script de uso geral, rápida e flexível. O que distingue o PHP de algumas outras linguagens, é que o código é executado no servidor.
- Ruby: uma linguagem de programação dinâmica e de código aberto, com foco na simplicidade e produtividade. Possui uma sintaxe elegante, natural de ler e fácil de escrever.

2.2.1. Banco de dados

Com a mesma importância das tecnologias utilizadas para o desenvolvimento de uma aplicação ou site, o banco de dados também pertence à estrutura de uma aplicação sendo muito importante para que a mesma funcione. Pode ser feita uma analogia de um sistema WEB com o sistema humano ao se comparar o cérebro com um algoritmo e as necessidades, os “dados” obtidos pelos cinco sentidos, entre outros dados presentes no corpo, com o banco de dados. Em um corpo humano, o tato por exemplo, trabalha como um sensor obtendo algumas informações (quente, frio, áspero, liso, etc), e as manda para o cérebro, que de uma forma própria, toma certas decisões. Da mesma forma em uma aplicação, o algoritmo requisita alguns dados do seu banco e realiza sua operação.

Visto a importância de um banco de dados para uma aplicação, há diversas tecnologias atualmente que auxiliam no fácil manuseio de dados. Essas tecnologias são sistemas de gerenciamento de banco de dados, ou seja, um conjunto de softwares que são utilizados para controlar, acessar, organizar e proteger dados. Alguns dos sistemas disponíveis atualmente no mercado são: MySQL; MongoDB; SQLite; SQL Server, Oracle, Access.

3. OBJETIVO

Baseando-se no contexto apresentado na seção anterior, o objetivo principal deste trabalho é construir uma ferramenta, por meio de uma aplicação Web, para dimensionamento automático de equipamentos para acionamentos de motores elétricos, que forneça as especificações dos principais, buscando a otimização de tempo nesta tarefa por engenheiros da área. Esta aplicação será modelada levando em conta diversas condições para a formulação dos resultados do dimensionamento, como fluxo de energia elétrica, nível de curto circuito, aspectos da carga acionada e correção de fator de potência.

Os objetivos específicos da pesquisa:

- Estudo de tecnologias ou plataformas de programação para desenvolvimento de ferramentas baseada em Web;
- Manuseio de banco de dados para sistemas Web;
- Especificação de lista de peças/equipamentos para acionamentos de motores elétricos em um sistema de baixa tensão;

Através dos estudos realizados sobre o assunto, será formulada a aplicação web, desenvolvida por um algoritmo de filtragem de banco de dados, no qual, realizará um formulário para que o usuário o preencha com dados da rede (como tensão de operação e nível de interrupção do painel), do motor (potências das partidas dos motores elétricos e sua corrente nominal), qual o tipo de coordenação e proteção, os tipos de partida a serem utilizados, a classe da carga e outras informações que serão necessárias para a formulação dos resultados do dimensionamento.

4. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da aplicação foi utilizado o NodeJS, uma plataforma para construir aplicações web escaláveis de alta performance usando JavaScript, HTML e CSS, que se destaca entre as outras pela leveza e “multiplataforma”, ou seja, pode ser executado em servidores abertos e com qualquer sistema operacional, reduzindo consideravelmente os custos associados aos softwares e hardwares. O código foi formulado no software Visual Studio Code (VScode), um editor de código-fonte desenvolvido pela Microsoft, cuja visualização do código é muito melhor e suas extensões facilitam na formulação do código.

Para a hospedagem e manuseio dos dados utilizou-se o sistema de gerenciamento de dados MongoDB, um software de banco de dados orientado a documentos livre, de código aberto e multiplataforma, escrito na linguagem C++, no qual sua respectiva IDE utilizada para a fácil visualização e manipulação de dados foi o MongoDB Compass.

A aplicação foi desenvolvida em duas etapas: a *back-end*, englobando toda manipulação de dados e criação do algoritmo, e *front-end*, responsável pela interface e interação com o usuário.

Um esquemático do desenvolvimento do projeto está representado no diagrama da figura 1.

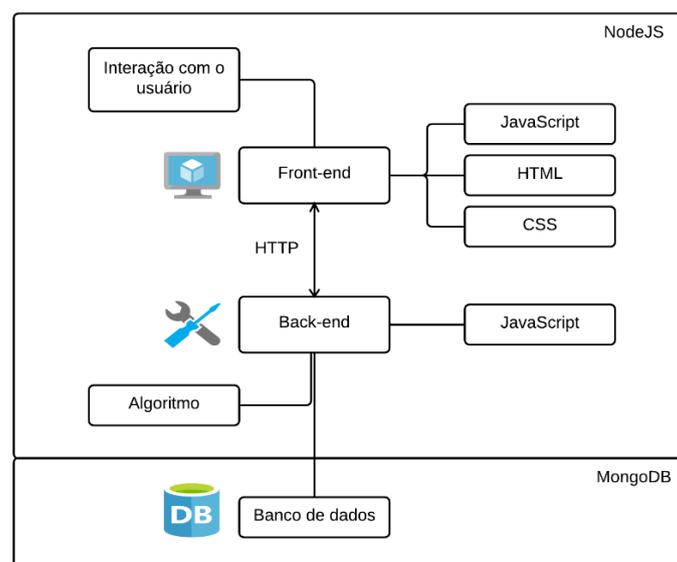


Figura 3 – Esquemático do desenvolvimento do projeto

Os dados utilizados para a configuração e/ou seleção dos acionamentos de motores elétricos são da empresa Siemens, que disponibiliza manuais com as informações necessárias para seleção e dimensionamento.

As partidas são selecionadas de acordo com os seguintes campos abaixo, seguidos de suas opções:

- Tensão de operação [Volts]: 220, 380, 440, 690
- Nível de Interrupção [kA]: de 5 a 200
- Potência do motor [cv]: de 0.1 à 1630
- Coordenação de Proteção: Tipo 1, Tipo 2 e outras que não se aplicam
- Tipos de Partida: Direta, Reversora, Estrela-triângulo, soft starter, Inversor de frequência e alimentadores
- Carga: Classe 10, Classe 20, Classe 30, Leve e Pesada

Após a seleção do acionamento, o usuário pode ajustar a quantidade de cada um deles, sendo possível também fazer edições destas quantidades no projeto. Adicionalmente, o usuário deve ser capaz de criar novas configurações de acionamentos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, uma aplicação web pode ser descrita como um programa executado em um computador com um servidor web enquanto, simultaneamente, os usuários interagem com o mesmo através de um navegador. O desenvolvimento de uma aplicação web é denominado pela maioria dos programadores da área por altamente complexos, repletos de dados e transações, precisando assim de uma atenção a mais em seu progresso, tornando imprescindível um planejamento estratégico, tático, operacional e uma boa análise e avaliação a cada passo. A seguir, serão detalhadas todas as etapas de planejamento e condução utilizadas para a execução desse projeto.

Inicialmente, decidiu-se a linguagem de programação, a plataforma, os softwares e sistema de gerenciamento de banco de dados. Como base para o projeto, usou-se o Node.js, uma plataforma para construir aplicações web escaláveis de alta performance usando JavaScript. Utiliza um modelo de I/O direcionada a evento não bloqueante que o torna leve e eficiente, ideal para aplicações em tempo real com troca intensa de dados através de dispositivos distribuídos. Para a edição do código, a priori foi escolhido o software Notepad++, um editor de texto e de código fonte de código aberto sob a licença GPL. Entretanto, devido a alguns problemas, trocou-se de IDE para o Visual Studio Code (VScode), um editor de código-fonte desenvolvido pela Microsoft, cuja visualização do código e suas extensões facilitam na formulação do software.

Para o sistema de sistema de gerenciamento de dados, iniciou-se o projeto trabalhando com o MySQL, um sistema de gerenciamento de banco de dados, que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada, do inglês *Structured Query Language*) como interface. O sistema escolhido supria todas as necessidades a priori, e se mantinha como a melhor opção. Porém, no desenvolvimento do código, notou-se uma dificuldade no manuseio dos dados por meio do aplicativo criado. Assim, passou-se a ser utilizado o MongoDB, um software de banco de dados orientado a documentos livre, de código aberto e multiplataforma, escrito na linguagem C++, no qual seu respectivo software utilizado para a fácil visualização e manipulação de dados é o MongoDB Compass.

Todos os softwares e módulos fundamentais utilizados são livres, disponíveis no site do NPM (do inglês *Node Package Manager*), um gerenciador de pacotes do Node JS. A seguir, são apresentados alguns dos pacotes mais importantes e algumas características apresentadas pelo próprio site do NPM.

- *Express*: uma estrutura de aplicativos da Web Node.js mínima e flexível que fornece um conjunto robusto de recursos para aplicativos da Web e móveis. Oferece uma camada fina de recursos fundamentais de aplicativos da Web, sem obscurecer os recursos do Node.js que você conhece e adora.
- *Nodemon*: uma ferramenta que ajuda a desenvolver aplicativos baseados em Node.js reiniciando automaticamente o aplicativo quando as alterações de arquivo no diretório são detectadas.
- *Handlebars*: permite a construção de modelos semânticos de maneira eficaz.
- *EJS*: é uma linguagem simples de modelagem que permite gerar uma marcação do JavaScript dentro do HTML.
- *Body-Parser*: analisa `<body>` de requisição de entrada em um middleware antes de seus manipuladores; disponíveis sob a propriedade `req.body`.
- *Mongoose*: fornece uma solução direta e baseada em esquema para modelar os dados do seu aplicativo. Inclui conversão de tipo incorporada, validação, consulta e muito mais possibilidades para a manipulação de dados.

Para o desenvolvimento do código, embasou-se no fluxograma apresentado na figura 4, possibilitando uma melhor organização na formulação do código.

Dividiu-se a aplicação em algumas etapas para um melhor entendimento, como: controle de acesso (identificação do usuário), ferramenta e relatórios, cujos mesmos serão apresentados abaixo.

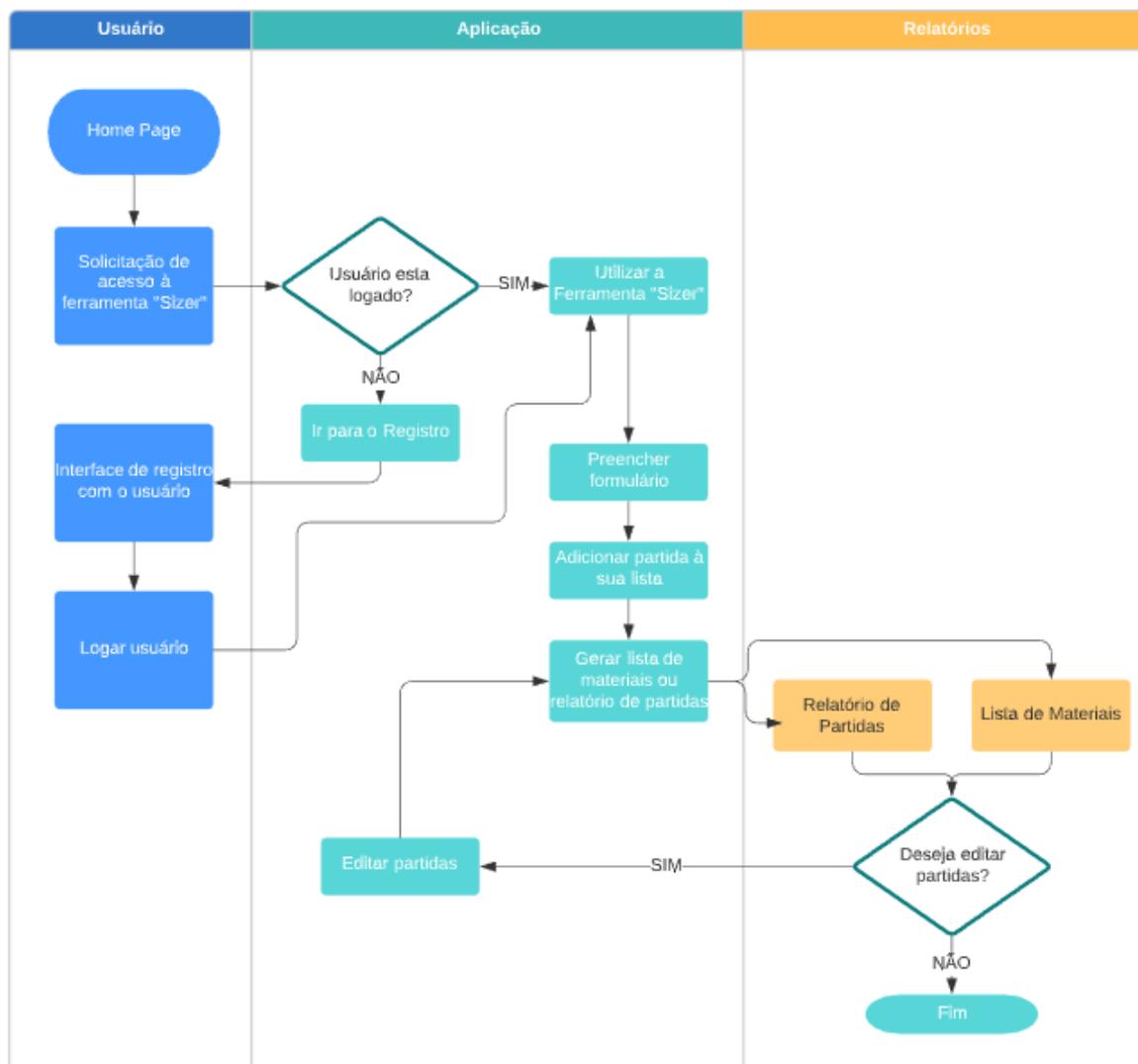


Figura 4 – Fluxograma para formulação da aplicação WEB

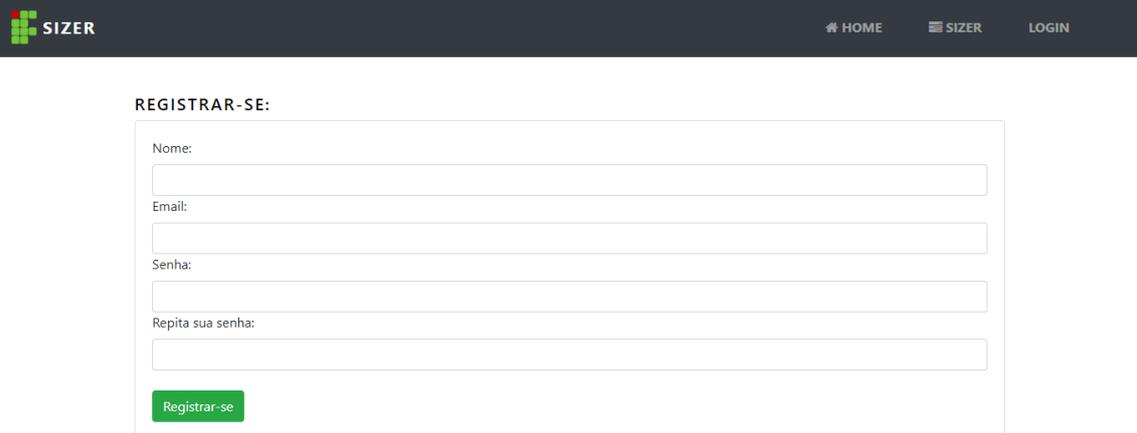
5.1. Controle de acesso

Atualmente, há cada vez mais usuários “novos” no mundo web. De acordo com a União Internacional de Telecomunicações (UIT, agência especializada da ONU) em um relatório publicado em seu site no final de 2019, cerca de 53,6% da população global (ou 4,1 bilhões de pessoas) estão usando a Internet. A cada minuto, milhões de pessoas acessam sites famosos como Facebook e Youtube. Assim, entende-se a importância de gerenciar, controlar e proteger o acesso a uma aplicação, prática esta que é cada vez mais importante e necessária.

Neste contexto apresentado, implementou-se na aplicação um método de controle de acessos de usuários e permissões. Primeiramente, ao acessar a

aplicação em sua página inicial, foi criado um guia de como utilizar a aplicação, mostrando todas as etapas que devem ser realizadas e respeitadas, sendo o registro no sistema a primeira destas.

O processo de registro se faz parte de uma rota denominada “usuário” e se resume a uma “*view*” criada em “.*ejs*” e sua interface está apresentada na figura 5.



A imagem mostra a interface de registro de um sistema web. No topo, há uma barra de navegação com o logo "SIZER" à esquerda e os links "HOME", "SIZER" e "LOGIN" à direita. Abaixo, o formulário é intitulado "REGISTRAR-SE:" e contém os seguintes elementos:

- Um campo de texto rotulado "Nome:".
- Um campo de texto rotulado "Email:".
- Um campo de texto rotulado "Senha:".
- Um campo de texto rotulado "Repita sua senha:".
- Um botão verde com o texto "Registrar-se" em branco.

Figura 5 – Interface de registro

O usuário deve preencher os seguintes campos: “Nome”, “Email”, “Senha” e “Repetir sua senha” para que seu cadastro seja efetuado com sucesso. Há uma validação deste formulário, criada em JavaScript, que confere alguns quesitos para que essa etapa seja concluída com êxito: se esses campos são verdadeiros, ou seja, não nulos ou com o tipo diferente de “*undefined*”; no caso da senha, se a mesma possui mais que seis caracteres e se as informações obtidas no campo “Senha” e “Repetir sua senha” são iguais.

Feito o registro, os dados do usuário são alocados na *collection* “usuários” com todos seus campos abertos exceto a senha, que para a privacidade e segurança do usuário, esse campo é criptografado (codificado e decodificado) pelo módulo ***bcrypt***, criado com o intuito de proteger informações contra ataques cibernéticos, mesmo com o aumento do poder computacional. Portanto, a aplicação abrange a privacidade dos usuários.

Para cada início de uma sessão, o usuário já registrado deve se identificar, fazendo o *login* em uma interface semelhante à do registro, precisando apenas oferecer as informações para o campo “Email” e “Senha”. Para esta outra etapa,

repete-se uma validação destes dados, agora comparando-os com os do banco e conferindo se são equivalentes.

5.2. A ferramenta “Sizer”

A ferramenta desenvolvida foi denominada de “Sizer”, que em português pode significar “dimensionamento” no contexto de acionamentos de máquinas elétricas.

Inicialmente, foi criado um formulário para o preenchimento do usuário com os seguintes campos: tensão de operação [V], nível de interrupção [kA], potência [cv], coordenação e proteção, partida e carga. O usuário pode selecionar todos ou parte dos campos disponibilizados. Pode-se ainda consultar e/ou limpar suas escolhas, caso alguma tenha sido assinalada incorretamente alguma.

Ao clicar em “Consultar”, foi criado um algoritmo no *back-end* que filtra todas as seleções em uma tabela já existente advinda de uma *collection* chamada “tbPartidas”. Nesta tabela, o usuário deve escolher qual será sua partida e então adicioná-la à sua lista de escolhas, clicando no botão “+” presente no primeiro campo das partidas. Será então redirecionado a uma página de adição de partidas, cujo campo “Quantidade” deverá ser alterado de acordo com o usuário.

Feito todo esse processo, o usuário tem sua opção adicionada na sua lista de partidas, posicionada no *front-end* ao lado do formulário de consulta e acima da tabela de partidas. Nessa lista, é dada ao usuário as opções de editar sua partida já cadastrada ou excluí-la.

Ao finalizar a seleção de partidas para um determinado projeto, a ferramenta disponibiliza duas opções de resultados ou relatórios: gerar a lista de materiais ou o relatório de partidas. A interface da ferramenta “Sizer”, é apresentada na figura 6.

SIZER HOME SIZER ANTONIO

DIMENSIONAMENTO

Tensão de operação [V]:
 Seleção de tensão: ▾

Nível de interrupção [kA]:
 Seleção de corrente: ▾

Potência [cv]:
 Seleção de potência: ▾

Coordenação e Proteção:
 Seleção de opção: ▾

Partida:
 Seleção de partida: ▾

Carga:
 Seleção de carga: ▾

Escolhas:

Qntd.	Tensão	ICU	Potência[cv]	Tipo	Modo	Classe	
11	380	150	0.33	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	✖
3	380	150	0.1	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	✖
5	380	150	0.75	Tipo 2	Direta	Normal (Classe 10)	✖
2	380	150	10	Tipo 2	Estrela-Triângulo	Normal (Classe 10)	✖

Itens escolhidos: 4

[Relatório](#) [Lista de Materiais](#)

[Consultar](#)

Itens disponíveis: 1652

#	Tensão (V)	Nível de Interrupção (kA)	Potência (kW)	Potência (cv)	Corrente (A)	Coord./Proteção	Partida	Carga	ID
+	380	150	0.06	0.1	0.2	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	1
+	380	150	0.25	0.33	0.85	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	5
+	380	150	0.12	0.2	0.4	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	3
+	380	150	0.09	0.1	0.3	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	2
+	380	150	0.55	0.75	1.5	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	7
+	380	150	0.18	0.25	0.6	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	4
+	380	150	0.75	1	1.9	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	8
+	380	150	1.1	1.5	2.7	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	9
+	380	150	2.2	3	5	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	11
+	380	150	1.5	2	3.6	Tipo 1	Direta	Normal (Classe 10)	10

Figura 6 – Interface da ferramenta “Sizer”

É importante ressaltar que o *back-end* foi desenvolvido em JavaScript e o *front-end* em EJS e CSS, com o auxílio do *framework* Bootstrap,

5.3. Relatórios

Por fim, o resultado da aplicação é disponibilizado na forma de duas tabelas. O usuário pode escolher entre o relatório de partidas ou a lista de materiais, como já citado anteriormente. Ao escolher a opção de “Relatório” na página da ferramenta “Sizer”, redireciona-se para uma página que em seu *back-end*, recebe a lista de partidas e retorna todos os materiais necessários para cada uma. Com isso, agrupa-os em uma tabela, cujos campos são “Quantidade”, “Descrição” e “Código” e para cada partida, há um novo cabeçalho indicando as informações da mesma, como é possível observar na figura 7.

RELATÓRIO



Itens escolhidos: 4

Quantidade	Descrição	Código
Qtde: 11 Tensão: 380 V ICU: 150 kA Potência: 0.33 cv Coordenação: Tipo 1 Tipo: Direta Carga: Normal (Classe 10)		
11	Disjuntor motor. ajuste 0.70-1.00 A	3RV20 11-0JA10
11	Contator de potência 7A em AC-3. 1NA	3RT20 15-1A□□1
11	Botão de impulso Verde. 1NA	3SB6130-0AB40-1BA0
11		3SB6130-0AB20-1CA0
Qtde: 3 Tensão: 380 V ICU: 150 kA Potência: 0.1 cv Coordenação: Tipo 1 Tipo: Direta Carga: Normal (Classe 10)		
3	Disjuntor motor. ajuste 0.18-0.25 A	3RV20 11-0CA10
3	Contator de potência 7A em AC-3. 1NA	3RT20 15-1A□□1
3	Botão de impulso Verde. 1NA	3SB6130-0AB40-1BA0

Figura 7 – Interface do relatório de partidas

Tendo esse resultado, estão disponíveis algumas opções para o usuário. Escolheu-se conceder a opção de gerar um arquivo no formato PDF, para que essa tabela seja de total domínio do utente, possibilitando o compartilhamento da mesma e impressão. Pode-se ainda nessa etapa, editar alguma partida, ou até trocar para a segunda opção “Lista de Materiais”.

Na lista de materiais, os resultados são organizados de uma forma resumida da apresentada em “Relatório”. Os materiais que são iguais, são somados e todos distribuídos juntos na mesma tabela, como observado na figura abaixo:

LISTA DE MATERIAIS



Itens escolhidos: 4

Quantidade	Descrição	Código
11	Disjuntor motor. ajuste 0.70-1.00 A	3RV20 11-0JA10
11	Contator de potência 7A em AC-3. 1NA	3RT20 15-1A□□1
11	Botão de impulso Verde. 1NA	3SB6130-0AB40-1BA0
11		3SB6130-0AB20-1CA0
3	Disjuntor motor. ajuste 0.18-0.25 A	3RV20 11-0CA10
3	Contator de potência 7A em AC-3. 1NA	3RT20 15-1A□□1
3	Botão de impulso Verde. 1NA	3SB6130-0AB40-1BA0
3		3SB6130-0AB20-1CA0
5	Disiuntor motor. ajuste 1.10-1.60 A	3RV20 11-1AA10

Figura 8 – Interface da lista de materiais

6. CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos, conclui-se que a aplicação web desenvolvida otimiza o tempo dos engenheiros que trabalham na área de projetos e dimensionamento de equipamentos para acionamentos de motores elétricos. Destaca-se também a relevância da escolha do ambiente de trabalho (web), que se caracteriza pela mobilidade, flexibilidade e integração ao ser comparado com aplicações *desktop*, e dos softwares utilizados, os quais apresentam acessibilidade e facilidade para o usuário, vantagens estas explicadas pela possibilidade de execução em qualquer sistema operacional.

Como trabalhos futuros, espera-se estimar a potência do transformador de alimentação do sistema e calcular valores relacionados a qualidade de energia como fator de potência e distorção harmônica; adicionar acessórios nas partidas, bornes para ligação do motor e dimensionamento de banco de capacitores.

Alguns problemas encontrados durante a execução desse trabalho serão resolvidos em trabalhos futuros, como a manutenção e limpeza do banco dos bancos de dados, melhoria no sistema de cadastramento de usuário e tornar o site totalmente responsivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço energético nacional 2018**: ano base 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2018.

FRANCHI, C. M. **Acionamentos elétricos**. 4. ed. São Paulo: Érica, 2008. 250p.

Gerenciador de pacotes do NodeJS. Disponível em: <<https://www.npmjs.com/>>. Acesso em: 02 de julho de 2019.

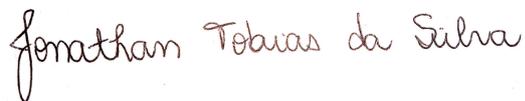
SOLVESON; M.G.; MIRAFZAL, B; DEMERDASH, N.A.O. Soft-Started Induction Motor Modeling and Heating Issues for Different Starting Profiles Using a Flux Linkage ABC Frame of Reference. **IEEE Transactions On Industry Applications**, v. 42, n. 4, p. 973-982, 2006.

“9 Web Technologies Every Web Developer Must Know in 2020”. Milos Timotic. 2018 Disponível em: <<https://tms-ousource.com/blog/posts/web-technologies/>>. Acesso em: 02 de julho de 2019.

“Individuals using the internet, 2005-2019”, Statistics, ITU, 2019. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2020.



Prof. Dr. André Luís Dias
Orientador



Jonathan Tobias da Silva
Orientado