



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

João José Medeiros de Figueiredo
Matrícula: 21103475

EEL7872 - Relatório de Estágio Curricular Longo - 2022/1

Celesc Distribuição S.A.:

Orientadora de Estágio: Katia Campos de Almeida
Supervisor da Empresa: Marco Túlio Ranção de Oliveira

SUMÁRIO

Sumário	1
1 INTRODUÇÃO	2
2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	3
2.1 CONSULTA DE ACESSO	3
2.2 HOMOLOGAÇÃO DE INVERSORES	4
2.3 DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO DO TRABA- LHO	5
3 RELAÇÃO DO ESTÁGIO COM AS DISCIPLINAS OFERECIDAS PELA UFSC	10
4 CONCLUSÃO	11
5 BIBLIOGRAFIA	12

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo registrar as atividades exercidas durante a realização da disciplina EEL7872 - Estágio Curricular Longo. O estágio, que possui a carga horária de 20 horas semanais, foi desenvolvido de forma híbrida, sendo 3 dias de maneira presencial e 2 dias de trabalho remoto junto à empresa Celesc Distribuição S.A. e teve início no dia 25 de abril de 2022 e conclusão no dia 26 de agosto de 2022.

A Celesc Distribuição S.A. é uma empresa do grupo Celesc. É responsável pela distribuição de energia elétrica para mais de três milhões de unidades consumidoras, numa área de concessão que contempla 285 municípios em Santa Catarina, além de parte do município de Rio Negro, no Paraná. A empresa ainda supre energia elétrica para o atendimento de quatro concessionárias e vinte permissionárias, que atuam nos demais municípios catarinenses.

O seguinte relatório tem caráter informativo, com a finalidade de apresentar as atividades realizadas pelo discente durante o período de estágio obrigatório. Demonstrando os projetos que participou, juntamente com as descrições de suas atividades. Finalizando com uma visão crítica sobre as habilidades, conhecimentos adquiridos neste período e a relação com as disciplinas oferecidas no curso de graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina.

2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Inicialmente foram realizadas diversas reuniões com a finalidade de apresentar as atividades da empresa, as ferramentas e metodologias necessárias para a realização do estágio. As atividades desenvolvidas necessitaram quase que em sua totalidade a utilização do software SICOTEN “Sistema de Coordenação de Ações de Controle de Tensão em Alimentadores de Distribuição”, código ANEEL 0395-029/2004.

O estagiário ingressou no departamento DVGT, criado em 2020 devido a crescente demanda nos serviços de geração distribuída. O grupo realiza a verificação dos requisitos mínimos necessários para a conexão de agentes classificados como micro ou minigeração de energia elétrica no sistema da Celesc Distribuição. A classificação de micro e minigeração é feita da seguinte forma:

Microgeração : Menor ou igual 75 kW de potência instalada

Minigeração : Superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada ou para fontes renováveis de energia elétrica de potência instalada.

O discente, teve como primeira atividade a leitura da Instrução Normativa I-432.0004. Esta foi criada pelos integrantes do departamento tendo em vista a Norma Brasileira ABNT NBR 16149 e as Resoluções Normativas ANEEL nº 414/2010 e nº 482/2012.

Após a leitura da Instrução Normativa, foi realizada uma consulta de acesso em conjunto com os demais estagiários e o supervisor de estágio. Logo após, este processo se repetiu tornando-se a atividade principal do estágio, sendo que semanalmente eram marcadas reuniões onde os resultados eram apresentados para o supervisor.

2.1 CONSULTA DE ACESSO

A consulta de acesso é um procedimento facultativo para elaboração do documento de Informação de Acesso, que apresenta alternativas de conexão, estimativa de custo e condições de implantação da central geradora, recomendável para centrais geradoras acima de 300 kVA.

No início da análise localiza-se, através das coordenadas (UTM) fornecidas pelo projetista, o melhor ponto de conexão mais próximo da central geradora, o alimentador da região e sua tensão de alimentação. Através de um banco de dados da Celesc adquirem-se as impedâncias do alimentador, bem como suas demandas máximas e mínimas históricas.

Os parâmetros adquiridos são cadastrados no software SICOTEN e após isto, é verificado os critérios técnicos para a inserção de uma nova central geradora. Caso a alimentação seja monofásica, ela é substituída por uma trifásica. Com o software configurado, é simulada a desconexão da usina nos períodos de máxima e mínima

demanda, para validação conforme a Instrução Normativa 432.0004. Caso a variação de tensão seja superior a 4% é realizado o recondutoramento de trechos do alimentador até estar dentro dos limites permitidos. Também é analisado se ocorre uma sobretensão (acima de 1,05 p.u.) ou subtensão (abaixo de 0,95 p.u.) no sistema, conforme Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, e neste caso é analisado o melhor ponto para a inserção de um banco regulador de tensão.

Concluída a análise da tensão elétrica do sistema, realiza-se ensaio de curto circuito, bem como a verificação de fusíveis, religadores e reguladores já instalados no sistema de modo a conferir se estão compatíveis com a inserção de uma central geradora.

Todas as alterações necessárias no alimentador e/ou subestação são apresentadas ao projetista, lembrando que a consulta de acesso possui apenas um caráter informativo contemplando os valores de obras necessárias na rede. Outras exigências podem ser solicitadas para a conexão ao sistema elétrico de acordo com Parecer Técnico de Acesso - PTA, documento oficial para conexão de centrais geradoras apresentado na Instrução Normativa I-432.0004.

No decorrer das atividades, o estagiário foi adquirindo confiança e realizando consultas de acesso de centrais geradoras de maior potência em alimentadores mais complexos, entretanto sempre se manteve a necessidade de verificação dos resultados obtidos pelo supervisor do estágio.

2.2 HOMOLOGAÇÃO DE INVERSORES

Durante os 3 primeiros meses de estágio, fui o estagiário responsável pela lista de inversores homologados pela Celesc. Como se pode verificar na Instrução Normativa I-432.0004, que está presente no site citado nas referências em [2], nesse mesmo site, pode-se tanto fazer o download gratuito da normativa, quanto ter acesso a lista de inversores homologados pela Celesc, além de todas as informações necessárias que o cliente precisará ter para iniciar uma Consulta de Acesso no sistema interno do PEP. O PEP, Projeto Elétrico de Particulares é o sistema em que projetistas cadastrados podem apresentar seus projetos e enviar os documentos em tempo real. A plataforma também permite que os clientes acompanhem cada etapa do processo.

O Processo de homologação de inversores consistia na leitura de e-mails, enviados pelas fabricantes dos inversores ou pelos engenheiros responsáveis pela conexão de um novo micro ou minigerador nas linhas de distribuição da Celesc.

Para inversores com potência nominal de saída (CA) inferior a 10 kW apenas era requerido o registro no INMETRO, sendo dispensada a apresentação dos certificados. Para inversores com potência nominal superior a 10 kW, eram exigidos os seguintes certificados:

- a) anti-ilhamento: IEC 62116;
- b) interface com a rede de distribuição: IEC 61727;
- c) distorção harmônica: IEC 61000-3-2 ou IEC 61000-3-4 ou IEC 61000-3-12, conforme corrente nominal do inversor;
- d) cintilação: IEC 61000-3-3 ou IEC 61000-3-11 ou IEC 61000-3-5, conforme corrente nominal do inversor.

A homologação de inversores é de suma importância para manter um padrão de segurança na instalação de equipamentos nas linhas de distribuição da Celesc, evitando possíveis manutenções corretivas devido a falhas causadas por distúrbios produzidos por esses equipamentos. Se nos e-mails enviados, constasse em anexo os certificados requeridos, o inversor era adicionado a uma tabela excel, via um programa em python, gerava-se um .pdf e era solicitado ao responsável pela atualização do site o upload da nova lista.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO DO TRABALHO

Além da atividade principal mencionada, houveram palestras e treinamentos, onde foi possível aprender mais sobre outras atividades da empresa. Além das consultas de acesso, desenvolveu-se modelos no Excel e programas na linguagem de programação Python, com a finalidade de automatizar o processo de análise de novas centrais geradoras.

Conforme apresentado em 2.1 todas as alterações previstas são inseridas em uma planilha de controle e com estas informações era gerado manualmente um documento para envio ao acessante. O programa teve como finalidade automatizar a geração do documento da Consulta de Acesso. Seu funcionamento ocorre de forma modular, sendo possível realizar alterações de forma prática e sem muito conhecimento em programação. Como resultado o tempo de análise foi reduzido em cerca de 15 - 20 minutos por documento. Outra vantagem da ferramenta é uma padronização dos formulários do Excel, facilitando análises futuras.

Também foi desenvolvido um programa para a realização de um desenho que constava no documento para o envio ao acessante, esse desenho era feito de forma manual e nele constavam informações sobre os fusíveis, religadores e reguladores que deveriam ser substituídos, também constavam nesse desenho se haveria recondução, constando informações como a bitola dos cabos a distância de recondução, além de constar a distância para a construção da linha do ponto de conexão até a instalação do novo minigerador. Todos esses dados eram coletados de uma tabela excel, através da biblioteca Pandas, e para a realização do desenho em formato .svg foi utilizada a biblioteca Pycairo. O tempo médio para a realização do desenho era de 5 minutos, com a utilização do programa esse tempo caiu para 30 segundos.

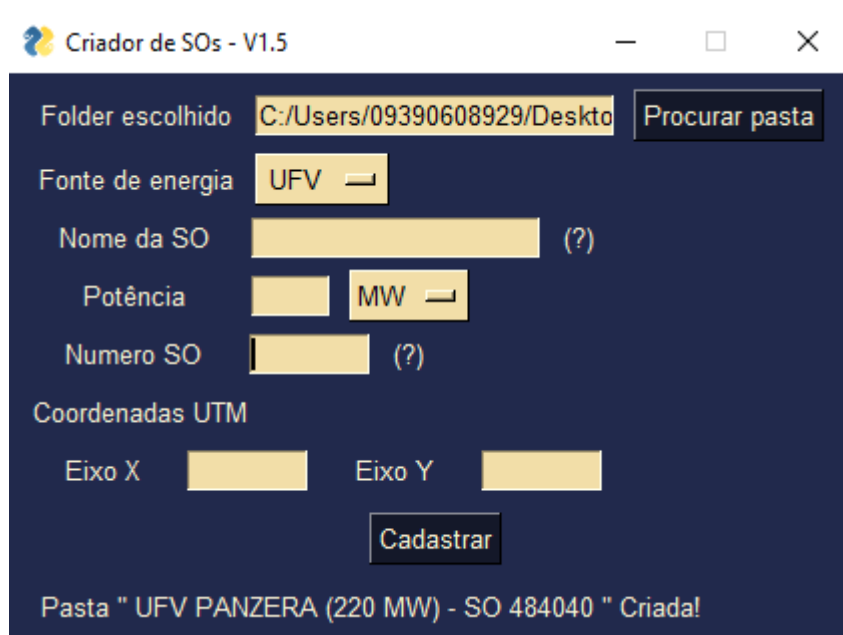
Outro programa desenvolvido foi a inserção automática dos ativos já conectados

as linhas de distribuição da Celesc. A ANEEL exige que todos os micro e minigeradores conectados as distribuidoras de energia sejam cadastrados em seu site, para ter o controle da potência instalada no Sistema Interligado Nacional e também todos os dados do responsável por aquele ativo, além de servir para ter a informação do crescimento da geração distribuída no país, onde diversos estudos são realizados.

Para o desenvolvimento desse programa, tive imensa dificuldade para o tratamento dos dados, tive que aprender bastante ciência de dados, para tratar as 57 mil linhas e 20 colunas do excel. Muitos dados vinham de forma errada devido ao erro na inserção por parte do acessante, e existiam informações como: data de acesso, CPF, CNPJ, número da Unidade Consumidora, Potência total dos módulos, quantidade de módulos, Potência total dos inversores, Quantidade de inversores, entre tantos outros. Depois do tratamento dos dados, que foi realizado utilizando Python e a biblioteca Pandas, foi realizado a parte de webscraping para a captação de dados, de todas as usinas que já tinham sido cadastradas para que o programa quando fosse cadastrar as novas usinas, excluíssem as já cadastradas, poupando tempo de rodagem. E por fim foi realizado o programa que automatizava o navegador, para o cadastro das novas usinas, a parte de webscraping e automatização do navegador foram realizadas utilizando as bibliotecas BeautifulSoup4 e Selenium.

Além da criação desses programas, também fui responsável pela manutenção dos programas criados pelos antigos estagiários, sempre que havia um erro, verificava a sua origem e com muita análise e utilização do comando print, para reconhecimento das variáveis e entendimento dos códigos não criados por mim, realizava as devidas manutenções.

Abaixo pode-se conferir o layout dos programas utilizados durante o estágio:



Criador de SOs - V1.5

Folder escolhido

Fonte de energia

Nome da SO (?)

Potência

Numero SO (?)

Coordenadas UTM

Eixo X Eixo Y

Pasta " UFV PANZERA (220 MW) - SO 484040 " Criada!

Figura 1 – Criador de SO's

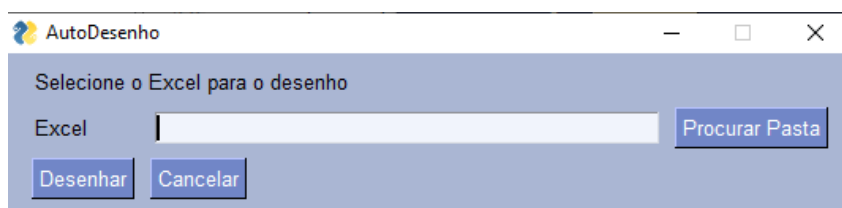


Figura 2 – Auto Desenho

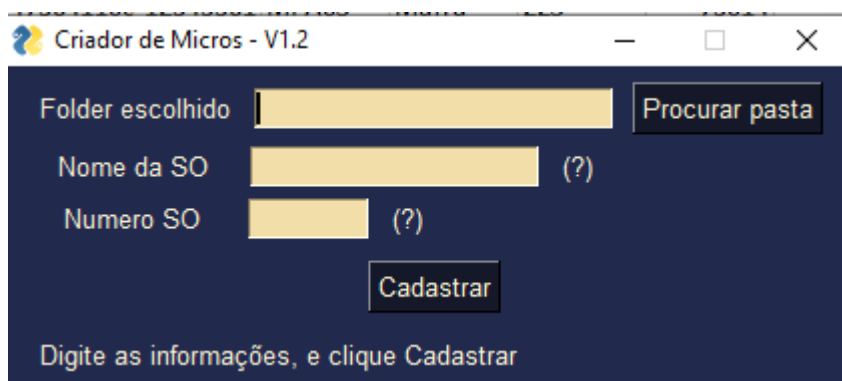


Figura 3 – Criador de Micros

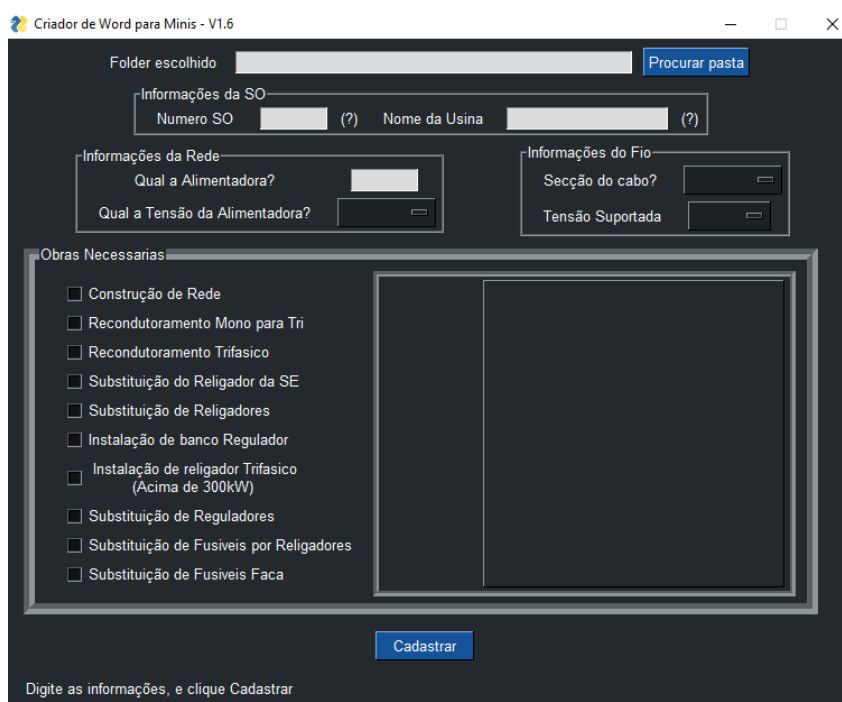


Figura 4 – Criador de Word para Minis

Homologação de Inversores - V1.0

Excell Antigo

Procurar Excell Atualizar

Cadastrar novos modelos

Fabricante Inserir

☐ Cadastrar nova Fabricante Deletar ultimo

Modelo Passar para o

Potencia kW Excell

Modelos para Cadastrar

Fabricante	Modelos	Potencias
------------	---------	-----------

Figura 5 – Homologação de Inversores

Planejamento - V1.1

Usina

SO Data de inserção

Nome da Usina

Alimentadores

Alimentador 1 Tensão 1

Alimentador 2 Tensão 2

Ponto de Conexão

Tipo do Ponto

Código do Ponto

Distância do Ponto até a Usina

Cabo Utilizado

Motivo da Impossibilidade

Folder escolhido Procurar pasta

Escrever Excell e Word

Figura 6 – Planejamento

3 RELAÇÃO DO ESTÁGIO COM AS DISCIPLINAS OFERECIDAS PELA UFSC

Durante a realização do estágio, percebeu-se uma forte ligação entre as atividades desenvolvidas e as disciplinas do curso de Engenharia Elétrica, como as cadeiras de Circuitos Elétricos A e B, Conversão Eletromecânica A e B, e principalmente a disciplina de Introdução aos Sistemas de Energia, além da disciplina de Operação de Sistemas de Energia Elétrica, que me ajudou a ter uma melhor compressão para análise de programas de fluxo de potência. O espaço de estágio serviu como meio de aprendizado e debate com profissionais atuantes na área, de maneira a auxiliar a fixação de conteúdos e melhor compreensão das atividades executadas.

As disciplinas iniciais de Introdução à Ciência da Computação, além dos Cálculos e Físicas I, II, III, IV, forneceram um arsenal lógico para o desenvolvimento de programas em Python para a automatização dos processos burocráticos realizados na empresa, reduzindo consideravelmente o tempo das atividades realizadas.

4 CONCLUSÃO

Além de exercitar a capacidade de interpretar e aplicar teorias, foram desenvolvidas soluções para problemas reais da atuação profissional como Engenheiro Eletricista. Também adquiriu-se vivência na área, tanto no aspecto técnico como no de relacionamento interpessoal.

O maior aprendizado que tive durante o estágio foi a utilização de ferramentas atualmente muito difundidas no mercado de trabalho, como a linguagem de programação em Python e o tratamento de dados em Excel. Tenho convicção que esse estágio me abriu muitas portas no mercado de trabalho e ajudou a elucidar diversos conceitos vistos de forma teórica na universidade.

O estágio pôde ser considerado como o fechamento de um ciclo da graduação, tendo em vista que se fez necessário estudar disciplinas fora do currículo de modo a unir o conhecimento acadêmico com o profissional, enriquecendo mais a formação.

5 BIBLIOGRAFIA

[1] Salgado, Roberto. Introdução aos Sistemas de Energia Elétrica. Florianópolis,SC-Brasil (2020).

[2] CELESC DISTRIBUIÇÃO SA. Micro e minigeração. Acessado: 31/08/22. [Online]. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/micro-mini-geracao>

[3] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. GERACAO DISTRIBUIDA. Acessado: 31/08/22. [Online]. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/login.asp>