

RESFRIAMENTO DE PAINEL INDUSTRIAL ELETROELETRÔNICO COM CÉLULAS PELTIER

SOUZA, Robson Aparecido de¹

LIMA, José Ailton Gonçalves de²

RESUMO

O avanço nas aplicações da energia elétrica evolui rapidamente e nos dias atuais temos a disposição diversos equipamentos, técnicas peças para uso e soluções diversas, como a utilização das pastilhas de Peltier constitui-se em dispositivos aprimorados no efeito Peltier e tem sua aplicabilidade para gerar efeito refrigerador ou aquecedor, assim este trabalho tem por objetivo abordar o uso das pastilhas Peltier na refrigeração dos componentes de um painel industrial eletro-eletrônico, em uma área de produção de uma fábrica de aviões, conjuntos e peças no interior de São Paulo, cuja problemática se apresenta no aquecimento e continuo desligamento automático deste painel o que gera perda de produção, deste modo o trabalho tem sua Justificativa em estudar e apresentar uma solução com a utilização de pastilhas de Peltier, a metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica, aliada a um experimento controlado junto a unidade fabril aeronáutica, tendo a revisão bibliográfica se apoiado nas pesquisas junto a *internet*, como em sites de universidades, e base de dados como a Scielo e outros meio de informação técnica, dentro do campo de conhecimento da engenharia elétrica e assim este trabalho passa a ser mais um meio de informação dentro do campo da termoeletricidade, como abaixo demonstra este trabalho, e destacando-se que entre uma citação e outra segue as considerações do autor e concludente do curso de engenharia elétrica.

Palavras-chave: Efeito Peltier. Pastilhas Peltier. Painel industrial. Refrigeração

1 INTRODUÇÃO

O painel elétrico que opera recebendo e distribuindo energia de uma ou mais fontes e a envia para um ou mais circuitos, se tornou à indústria um equipamento de grande importância para área industrial, sendo que entre outros benéficos usando

1 Técnico em automação industrial pela ETEC Dr Domingos Minicucci Filho, Técnico em informática pelo Senac, cursando Engenharia Elétrica Centro Universitário Internacional Uninter.

2 Especialista em Novas Tecnologias no Ensino de Matemática pela UNICESUMAR, Especialista em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário UNINTER, Licenciatura Plena em Matemática pela UNICESUMAR, Bacharel em Engenharia Elétrica.

painel elétrico é possível o uso de diferentes disjuntores, fusíveis e dispositivos eletrônicos, os quais são responsáveis pela correta distribuição da carga aos aparelhos, maquinários e iluminação na indústria. Porém, o uso de energia elétrica gera calor por meio de dissipação, e se este calor não for mitigado, vai prejudicar o bom funcionamento do sistema, uma vez que muitos processos são controlados por sinais analógicos de baixa corrente e baixa tensão, mas que geram calor junto com o circuito de potência.

Deste modo, o tema se apresenta com importância e relevância, pois climatizando os componentes eletrônicos de um painel industrial consegue-se melhorar seu tempo de vida útil, melhora o desempenho do painel, pois a temperatura afeta diretamente no envio de sinais, nesse caso a climatização dos módulos Kuda, o resfriamento corrige posição de painéis na máquina para executar furação de peças e conjuntos para aviões, contudo, são correções que se dão através de sinais elétricos de -10 a 10 volts, correções que trabalham nas casas de décimos ou centésimos de milímetro, ou seja, a precisão é muito alta, caso o módulo entre em falha, toma-se tempo para calibração ou substituição.

Muitos equipamentos encontrados em operação na indústria brasileira são oriundos de países da Europa ou Estados Unidos, esses países possuem um clima totalmente diferente do Brasil, onde o clima é tropical, assim podemos dizer que para esses equipamentos não é considerado o fator ambiente, mesmo sendo um fator é de extrema importância, pois a temperatura externa afeta diretamente o funcionamento dos equipamentos e componentes eletroeletrônicos, e que por vezes são projetados para operarem em ambientes abaixo de 30°C.

Assim sendo, o resfriamento de painéis elétricos industriais se torna uma questão relevante, e o uso de dispositivos como célula Peltier, se apresenta com forte potencial de aplicabilidade, mas a qual deve ser melhor explorado, quando aplicada na indústria.

Painéis elétricos industriais operam com funcionamento interrupto no período de produção, contudo o problema de aquecimento podem ocasionar falhas ou desligamentos do mesmo, o que gera parada e influencia o desempenho da linha de produção. Um caminho para mitigar este problema recorrente, passa necessariamente pela engenharia elétrica, como por exemplo, e o uso de células Peltier como meio eficaz e viável de adaptação para uso na indústria, as quais cabem questões para análise no uso de células Peltier, como:

- A refrigeração deste painel pode gerar umidade em seu interior?
- A colocação de células Peltier demanda maior espaço no painel?
- Se torna viável economicamente sua instalação?
- A área de manutenção elétrica está preparada para trabalhar com elas?

Faz-se necessário uma reflexão sobre esses e outros questionamentos, pois tudo o que for alterado em um painel elétrico, antes deve haver um estudo para que imprevistos não ocorram.

Assumir a reflexão, a crítica e a pesquisa como atitudes que possibilitam ao professor participar da construção de sua profissão e no desenvolvimento da inovação educativa norteia a formação de um profissional não só para compreender e explicar os processos [...] (RAMALHO *et al.* 2003, p. 23).

A tecnologia quando devidamente estudada e aplicada na prática, melhora a área de produção como aqui abordado, e demonstrando que soluções tecnológicas simples podem ser eficientes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A energia elétrica se tornou fundamental á todas as atividades humanas, e pouquíssimo se faz sem o uso de energia elétrica.

Cita Marli Teresinha Baú *et al.* (2019) que: “A energia elétrica é um elemento muito importante nos dias atuais, pois ela proporciona o conforto, bem-estar e segurança para a sociedade. Em quase tudo que fazemos hoje em dia a eletricidade está envolvida, devido a isso o consumo é crescente com o passar dos anos”. (BAÚ, 2019, pg. 01).

As fontes geradoras de energia elétrica são variadas como: hidroelétrica energia nuclear, energia por queima de combustíveis entre mais algumas como as fontes de origem renovável.

Cita ainda Marli Teresinha Baú *et al.* (2019) que O constante aumento de consumo de energia elétrica no Brasil obriga a explorar cada vez mais outras fontes renováveis de geração de energia elétrica, por exemplo a solar e eólica, que

contribuem para o exponencial crescimento do sistema elétrico do Brasil. (BAÚ, 2019, pg. 01).

A energia elétrica apresenta uma grande dinâmica em suas aplicações, como se estuda no campo da termodinâmica.

Cita Alberto Torres Riera Junior (2013) que: O efeito Seebeck, que descreve o surgimento de uma diferença de potencial em resposta a uma diferença de temperatura aplicada no material.

O efeito Peltier, que é o inverso do Seebeck, acontece quando há o desenvolvimento de uma diferença de temperatura em função de uma diferença de potencial aplicada. (RIERA JUNIOR, 2013, pg. 36).

Existem os efeitos termoelétricos como o efeito Seebeck supracitado, e devem ter sua devida atenção, como por exemplo, em um painel industrial.

Atenta Jader dos Reis Borges (2012) que: “Além disso, muitos processos envolvem o controle das propriedades físicas e químicas pela temperatura. Por isso, é importante realçar a necessidade de calibração e medição, particularmente os sensores [...] (BORGES, 2012, pg. 03).

As aulas de graduação em engenharia elétrica apontam que propriedades físicas devem ser continuamente observadas, como por exemplo, em um painel industrial para não ocorrer problemas como, desligamento por elevação da temperatura interna deste.

BORGES (2012) ainda oferece o entendimento no qual aponta que o efeito Seebeck é que gera calor, este efeito acontece quando uma corrente elétrica passa por fios condutores diferenciados em razão da diferença de temperatura entre as junções. Este efeito que passa por peças como sensores e outros em um painel industrial que está presente em alguns tipos de sensores onde podemos citar como um dos principais o termopar, seu funcionamento se dá através de dois fios condutores de materiais diferentes, como exemplo o termopar tipo K, um condutor é confeccionado 90% níquel e 10% cromo, chamado de Cromel (liga de 90%Ni Níquel e 10%Cr Cromo) e o outro condutor é confeccionado com 95% níquel e 5% alumínio chamado de Alumel (liga de 95%Ni Níquel e 5%Al Alumínio), para produzir o efeito Seebeck, deve-se unir as pontas desses condutores, aplicar sobre ela uma temperatura e na outra extremidade dos condutores haverá uma diferença de potencial, ou seja, haverá uma tensão elétrica e através dessa tensão elétrica com aparelhos adequados poderemos medir temperaturas. (BORGES, 2012)

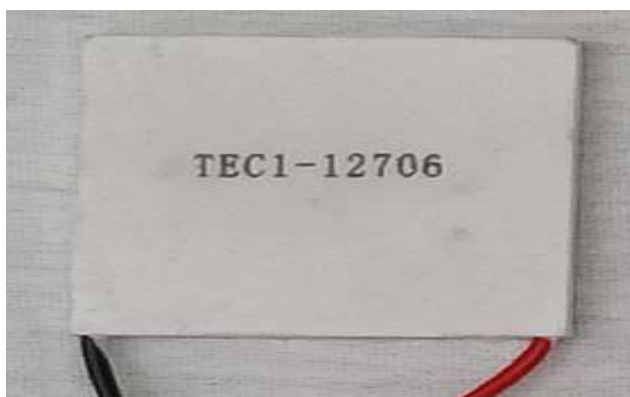
O efeito Peltier expõe a conversão da energia elétrica em energia térmica como se nota abaixo.

O efeito Peltier descoberto por Jean Charles Athanase Peltier em 1834, é basicamente o contrário do efeito Seebeck. Peltier observou que uma junção formada por metais diferentes (novamente bismuto e cobre) esquentava ao ser percorrida por uma corrente elétrica em um determinado sentido e esfriava quando a corrente fluía no sentido contrário. Assim como no efeito Seebeck, o mecanismo físico pelo qual o efeito acontece é simples: os portadores que carregam diferentes quantidades de calor em cada material. Logo, ao passar pela junção os portadores podem passar a carregar mais calor, esfriando a junção devido ao calor que é elevado embora, ou podem carregar menos, esquentando a junção por causa do calor que se acumula [...].

Este efeito descreve a conversão de energia elétrica em energia térmica, sendo o princípio usado pelos refrigeradores (ou aquecedores) termoeletrônicos. (RIERA JUNIOR, 2013, pg. 46)

Análise experimental dos efeitos termoeletrônicos em geradores termoeletrônicos, 2014). Abaixo na figura 01: célula Peltier utilizada no projeto deste trabalho

Figura 1: célula Peltier utilizada no projeto.



Fonte: Próprio autor.

De acordo com SPISILA (2018): A termoeletricidade estuda os fenômenos que associam o fluxo de calor à corrente elétrica, com o objetivo de gerar energia elétrica ou térmica (ALMEIDA, 2013, p.37). Os efeitos termoeletrônicos, portanto, estão relacionados com a conversão de energia térmica em elétrica e vice-versa. São conhecidos três tipos de efeitos termoeletrônicos, identificados por seus descobridores: Seebeck, Peltier e Thomsom. (SPISILA, 2018, p. 15).

Com as implicações termoeletricas, estas se relacionam com a transformação de energia térmica em elétrica e a energia elétrica em energia térmica.

Segundo cita Klaudio Santos Marcondes de Oliveira (2014): O efeito Peltier é o reverso do efeito Seebeck: neste fenômeno termoeletrico, quando é aplicada uma tensão em um circuito elétrico fechado, formado por uma junção de condutores ou semicondutores distintos, dependendo do sentido de passagem da corrente que atravessa o circuito, uma das junções absorve calor e outra o libera (OLIVEIRA, 2014, p. 41).

O efeito termoeletrico não pode ser tratado através de termodinâmica do equilíbrio pelo fato de que, além dos efeitos reversíveis já abordados, sempre existiram dois processos irreversíveis: a dissipação (efeito Joule) e a condução térmica (efeito Fourier). (OLIVEIRA, 2014, p. 42), assim analisando a teoria básica sobre os efeitos termoeletricos é necessário avaliar os pontos onde as falhas possam ocorrer, pois com uma pequena interferência externa o resultado final poderá não estar de acordo com o processo uma vez que nos principais casos usamos sinais elétricos de controle de baixa potência e baixa tensão.

3 METODOLOGIA

A metodologia aqui utilizada foi a Revisão Bibliográfica aliada a um experimento controlado, onde iremos apresentar as teorias fundamentadas sobre o efeito termoeletrico e principalmente o que a temperatura externa pode influenciar em sistemas de controle, qual o prejuízo que se tem na saída do controle quando o sinal possuir ruídos, anomalias e variações.

A Revisão Bibliográfica se apresenta como método muito aplicado nos levantamentos, coleta e reunir as informações quanto a temas pesquisados, referenciando autores e demais informações ali contidas. Neste trabalho utilizou-se a revisão estruturada considerando um conjunto de passos que serão dados em cada fase executada, e que ampara a execução do experimento controlado.

Cita Sidia Maria Jacques Callegari (2003) que: “Unidade experimental é aquele que recebe o tratamento e fornece dados que devem refletir seu efeito”. (CALLEGARI, 2004, pg. 26).

Com o desenvolvimento de uma situação experimental, o pesquisador intervém no processo, moderando não só fatores intervenientes, como neste caso também

avalia o desempenho do equipamento que sofreu a intervenção. O que permite determinar mais precisamente como as variáveis se relacionam e se há um relacionamento como o de causa e efeito entre elas.

Dentro do método científico, este se inicia com uma observação, a qual induz, neste caso o graduando, a fazer um questionamento, e em seguida a apresentar uma hipótese, que se apresenta como uma explicação a ser testada, e assim responder a questão inicial, com o uso de experimento controlado.

Segundo cita Marília Aranha Freire (2015): Um experimento controlado é uma técnica que permite aos cientistas testarem uma hipótese de pesquisa e a relação causa e efeito entre as variáveis envolvidas no ambiente de estudo. Entretanto, o planejamento, execução, análise e empacotamento de um experimento controlado são considerados atividades complexas, custosas e propensas a erros. (FREIRE, 2015, pg 04).

Um teste científico realizado sob condições controladas, e significando que somente um ou raros fatores são modificados a cada vez, enquanto os outros são conservados constantes.

3.1 A EMPRESA

Unidade fabril pertencente a uma multinacional brasileira fabricante de aviões, com uma de suas unidades no Centro-oeste paulista, a qual emprega mais de 1.800 pessoas, sendo que a unidade se destaca na produção aeronave agrícola, fabricação e fornecimento de conjuntos estruturais e peças para aeronaves, produzidas com alta qualidade e fornecidas à outras duas unidades fabris no interior do estado de São Paulo.

As estruturas aeronáuticas entre seus principais elementos de junta o rebite tem grande utilização, por exemplo, quando se quer transferir carga por cisalhamento (atuação direta da carga aplicada F = força aplicada.), quanto o uso de parafuso, destina-se a fixar carga axial (carga exercida na extensão do eixo central do corpo).

Para RESENDE:

No entanto, o rebite e o parafuso apresentam uma desvantagem em relação a outros elementos de fixação como a solda e os adesivos. Estes apresentam melhor distribuição de tensões na região da colagem, melhor vedação, melhor acabamento e menor peso. (RESENDE, 2008, pg. 03).

Na fábrica de avião, conjuntos e peças aeronáutica, produzidos em um de seus setores, opera-se uma rebitadora GEMCOR, que conta com uma plataforma de onde os operadores monitoram e controlam todas as funções de rebitagem bem como os programas para movimentação dos eixos, e sendo a plataforma composta por IHM (Interface Homem-Máquina ou Interação Homem-Máquina.), câmeras de visualização do processo, câmera Resync, que corrige coordenadas no CNC e monitor/teclado para controle das funções CNC. O controle de movimentação e posicionamento dos eixos é feito por meio de um CNC FUNUC 15I.

Uma máquina cujas funções e operações são de grande importância para a produção da empresa aeronáutica, porém, o aquecimento gerado dentro de painéis elétricos entre eles o painel dos módulos Kuda geralmente sofrem falhas por aquecimento, tem feito a máquina gerar falhas o que produz desperdício de tempo como para sua calibração ou quando necessária a sua substituição, gerando atraso na produção e outros maléficis a empresa e aos produtos.

Figura 2: módulos kuda.



Fonte Próprio autor.

O modulo na figura 2 supra exposto, opera também de forma preventiva e preditiva, ambos de caráter prevenir parada sem ser programada.

Segundo FREITAS 2:

[...] melhorar a disponibilidade dos equipamentos críticos, agindo de forma preventiva e preditiva, procurando diminuir o número de falhas que levam a paradas não planejadas e suas consequentes perdas para a organização, o que vem acontecendo devido ao caráter puramente corretivo atualmente empregado. (FREITAS 2, 2016, pg. IV).

Buscando mitigar ao máximo as paradas deste equipamento objeto do experimento controlado, iremos climatizar adequadamente os componentes eletrônicos do painel industrial localizado na área onde vai com isso conseguir melhorar a vida útil dos componentes painel, elevando seu desempenho, considerando que a elevação interna da temperatura afeta diretamente no envio e recebimento de sinais elétricos.

No caso do objeto de experimento, realizou-se a climatização dos módulos chamado Kuda, pois o problema estabelecido se encontra na adequada condição da temperatura de funcionamento interna do painel Kuda a qual deve estar entre 25° a 32° graus Celsius interno no painel. Quando há elevação da temperatura, seu funcionamento pode sofrer alterações, gerando problemas na produção, pois este painel opera recebendo informação do sensor e as envia ao CNC (Controle Numérico Computadorizado) para calcular offset de correção, que tem a função de corrigir a posição de painéis na máquina que executar a furação nas peças aeronáuticas, sendo que esta correção dada sua precisão ocorre dentro da casa de décimos ou centésimos de milímetro, ou seja, correção com uma precisão é muito elevada, e a qual se dá através de sinais elétricos de -10 a 10 volts, e para isso é extremamente importante os módulos estarem em perfeito funcionamento pois uma pequena alteração no sinal elétrico pode acarretar grandes deslocamentos da peça em relação ao processo de furação, lembrando que apenas 0,5 cm, ou 5 décimos de centímetro já é considerado um grande valor de deslocamento ou erro de processo.

Para UNIKLIMA:

Todo invólucro que abriga componentes elétricos e eletrônicos e que não conta com nenhum sistema de climatização sofre um aumento de temperatura causado por:

- Perdas elétricas dos componentes
- Aporte de Calor do ambiente externo
- Radiação solar

A temperatura atingida dentro de um painel elétrico sem climatização pode ser maior do que a recomendada para os componentes internos, o que afetará o seu desempenho e até causar a sua deterioração definitiva. (UNIKLIMA, 2021, pg. 01).

Cabe ressaltar que: dependendo a temperatura externa e umidade relativa do ar, se não souber climatizar adequadamente, por exemplo, operando temperatura a baixo de 12° graus, gera umidade e danifica as peças elétricas e equipamentos eletrônicos.

A equação do Problema de aquecimento do painel Kuda, apresentada por este autor e acadêmico do último semestre de engenharia elétrica foi a utilização de 01 pastilha Peltier modelo: Cooler Fan 80x80x25mm 12V, ou 8 cm x por 8 cm x 2,5 cm 12 V, na parte mediana do painel onde há uma ventoinha que climatiza de forma adequada, abrangendo a área interna do painel, mantendo-o na temperatura apropriada e sem desligamento inesperado.

3.2 COMPONENTES

Para a realização do projeto foram necessário alguns equipamentos além do conjunto da célula peltier, os quais são:

- 1 fonte 12Vcc Sanhe S-120-12,
- 1 conjunto para célula peltier TEC1-12706,
- 1 controlador de temperatura Contemp C714,
- 1 controlador de temperatura Controller XH-W3001,
- 1,5 m de sensor termopar tipo K,
- 1 sensor PTC,
- 2 reles 12 Vcc finder,
- 1 lampada sinalização verde,
- 1 lampada sinalização vermelha,
- 2 fusíveis de 6 amperes,
- 4 bornes fusíveis,
- 6 bornes sindal,
- 2 fusíveis de 10 amperes,
- 1 caixa Steck S310 078221 IP65.

3.2 FUNCIONAMENTO

A forma de funcionamento do experimento ocorre da seguinte maneira, a alimentação principal do sistema é fornecida por um circuito de 127 VCA onde essa energia é seccionada através dos fusíveis de 10 amperes, a fonte de alimentação converte a energia para 12 VCC para o sistema de controle e para o sistema de potência, seu seccionamento se dá através dos fusíveis de 6 amperes.

A célula peltier é o componente principal do projeto, seu conjunto é composto de 2 dissipadores construído em alumínio e dois ventiladores, um para dissipar o ar gelado que é produzido por uma das faces da célula e outro para reduzir a temperatura do outra face da célula.

O controlador de temperatura Contemp C714 é responsável por controlar o acionamento do sistema de refrigeração, ou seja, a célula peltier e a ventuinha do lado frio da célula, para isso ele utiliza um sensor termopar tipo K, foi realizado uma programação nesse instrumento de maneira que quando a temperatura interna do painel atingir 32 graus celcius o contato normalmente aberto do controlador se feche e acione o rele que energizará a célula e seu ventilador assim resfriando o painel, e quando essa temperatura atingir 27 graus celcius o contato se abra interrompendo a energia na célula.

O controlador de temperatura Controller XH-W3001 tem sua função de monitorar o dissipador do lado quente da célula peltier, esse controle serve com uma segurança do sistema, foi realizado uma programação de se a temperatura atingir 40 graus celcius o contato normalmente aberto do controlador altere para fechado, a intenção é que se a temperatura do dissipador atingir a temperatura setada o sistema seja desligado automaticamente, pois pode significar que o ventilador do dissipador parou de funcionar e com isso a célula terá um superaquecimento e deixará de funcionar.

O primeiro rele é energizado pelo controlador de temperatura contemp, ele é responsável por transmitir tensão para a célula peltier e para o ventilador do lado frio da célula, ou seja, ele opera como acionador da carga.

O segundo rele é acionado pelo controlador de temperatura Controller XH-W3001, no comando elétrico ele tem o seguinte funcionamento, a alimentação da bobina primeiro rele passa através dos contatos do segundo rele e quando o mesmo for acionado ele cortará a energia do primeiro rele, assim o sistema deixará de funcionar mesmo que a temperatura interna no painel esteja acima do setpoint.

A lampada de sinalização azul indica que a célula peltier esta ligada, quem faz seu acionamento é o primeiro rele e a lampada vermelha indica que o sistema entrou em modo de falha, ou seja, significa que a temperatura do dissipador excedeu a temperatura e o sistema deixou de funcionar. Abaixo segue sequencia de figuras de 03 a 07, demonstrando as peças de resfriamento do painel.

Figura 3: Kit para célula Peltier.



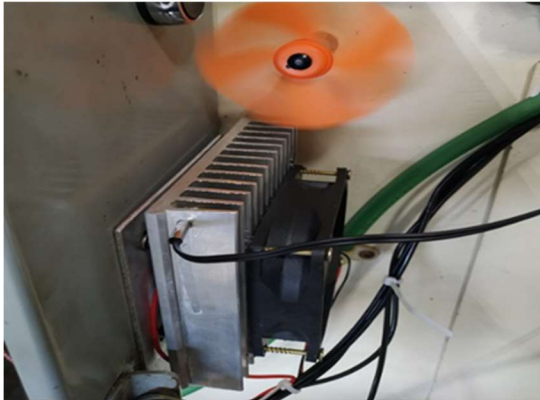
Fonte: próprio autor.

Figura 4: montagem do painel de controle.



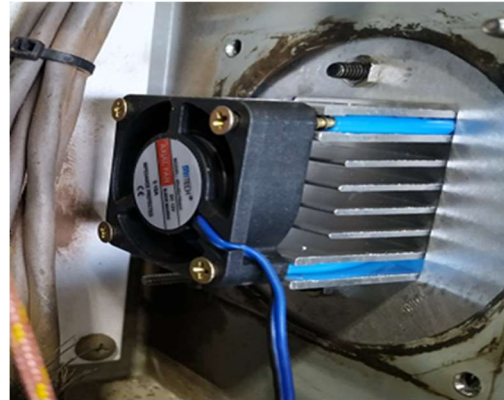
Fonte: próprio autor.

Figura 5: dissipador da pastilha lado quente.



Fonte Próprio autor.

Figura 6: dissipador da pastilha lado frio.



Fonte: Próprio autor.

Figura 7: painel de controle de pastilha Peltier.



Fonte Próprio autor.

Implantação realizada com o acopnhamento de profissionais da área de eletrica da empresa.

3.3 A EQUIPE

Composta por um engenheiro Elétrico, três técnicos elétrico, um deles autor deste trabalho, sendo que os três colaboradores da fabricante de avião prestaram

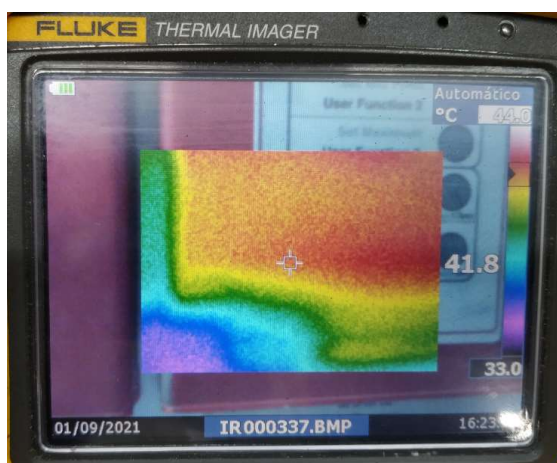
todas informações e procedimentos técnicos adequados para o desenvolvimento do experimento controlado, fase na qual absorvi bom conhecimento prático.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quando um sistema para medição de precisão entra em falha os danos são muitos, dentre eles, retrabalho, parada da produção, excedencia de tempo do processo produtivo, custo com manutenção e perda de materiais, e para as empresas do ramo aeronautico o prejuizo é muito maior uma vez que todos seu processo tem seus valores em dolares.

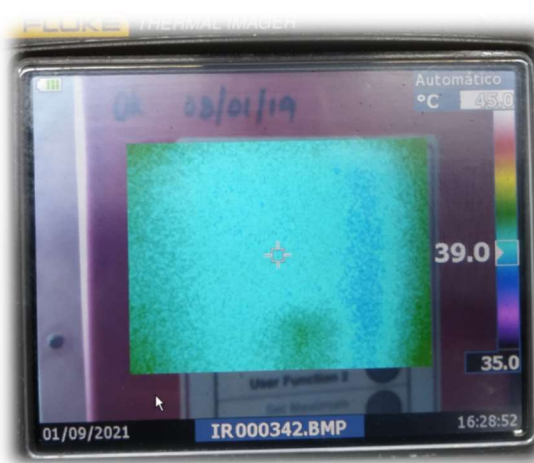
Entre os ganhos deste projeto destaca-se a mitigação das falhas ou desligamentos automáticos por elevação da temperatura interna do painel, o qual passou a operar estável dentro da faixa de 30° graus Celsius, ou seja, obteve-se ganho com redução de tempo desta máquina parada, sendo que quando o módulo ao parar de funcionar, se faz necessária calibração ou substituição, tomando tempo para esse processo, pois o local onde foi instalado é um local de difícil acesso e um local com altura elevada. As figuras 08 e 09 demonstram a temperatura antes e depois de implantar o sistema de resfriamento.

Figura 8: temperatura módulo antes da refrigeração.



Fonte: Próprio autor.

Figura 9: temperatura módulo após refrigeração



Fonte: Próprio autor.

Cabe destacar, com a devida e adequada climatização, gera maior vida útil dos equipamentos do painel, reduz aquisições nas substituições de peças elétricas e equipamentos eletrônicos, prejudicado pelo calor que leva ao mau funcionamento, e devido ao sucesso do experimento há a intenção de migrar o projeto para outros

equipamentos, tais como computadores de apoio às máquinas na unidade fabril, painéis com drives e painéis com inversores de frequência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A função de um engenheiro dentro da sociedade é criar soluções práticas e eficientes para problemas que surgem, ele deve ser criativo e inovador procurando sempre soluções com baixos custos quando possível, e através deste projeto de pesquisa conseguimos apresentar uma solução para um painel elétrico de baixa potência que estava sofrendo danos devido ao aquecimento de seus componentes, vale ressaltar que a sua instalação ainda está em testes porém a supervisão da empresa já estuda aplicar este projeto em outros equipamentos instalados no chão de fábrica, tais painéis onde estão instalados computadores industriais e painéis com inversores de frequência, portanto podemos dizer que o projeto de pesquisa obteve sucesso tanto na elaboração quanto na aplicação.

REFERENCIAS

SPISILA, Luis Augusto. **Sistema de ar condicionado distribuído alimentado por energia solar**. 2018. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/tcc/2018/1s/LUIZ%20AUGUSTO%20SPISILA/Relat%C3%B3rio%20Final%20TCC.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

OLIVEIRA, Klaudio Santos Marcondes de. **Avaliação Numérica do Desempenho Termodinâmico de Células Termoelétricas**. Dissertação de Mestrado. UFPR: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2014. Disponível em http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_149_klaudio_santos_marcondes_de_oliveira.pdf, acesso em 12/10/2021.

ALMEIDA, Ayrton Gissoni. **ADEGA CLIMATIZADA PARA VINHOS UTILIZANDO A CÉLULA DE PELTIER**. Trabalho apresentado para a obtenção de bacharelado em Engenharia de Computação, Centro Universitário de Brasília-UniCEUB, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS, Curso de Engenharia da Computação, Brasília –DF, 2013, pg; 43. Disponível em: < https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/3855/1/Ayrton%20Gissoni%20Almeida%20%20Monografia%201_2013.pdf>. Acessado em: 26 de agosto de 2021.

BAÚ, Marli. Teresinha; MIOTTO, Fernando; REZENDE, Kalison. Ebenezer; PELEGRI, Graciela. Aparecida; NASCIMENTO, Wesley Rodrigues do. **A PRODUÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA E A IMPORTÂNCIA DAS USINAS**

HIDRELÉTRICAS. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, Palmas –TO, de 17 a 19 de setembro de 2019, pg. 01. Disponível em: <<https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/Contecc2019/Experi%C3%A2ncia%20Profissional/A%20PRODU%C3%87%C3%83O%20DA%20ENERGIA%20ELETRICA%20E%20A%20IMPORTANCIA%20DA%20USINAS%20HIDRELERICAS.pdf>>. Acessado em: 21 de novembro de 2021.

BAÚ, Marli. Teresinha; MIOTTO, Fernando; REZENDE, Kalison. Ebenezer; PELEGRINI, Graciela. Aparecida; NASCIMENTO, Wesley Rodrigues do. **A PRODUÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA E A IMPORTÂNCIA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, Palmas –TO, de 17 a 19 de setembro de 2019, pg. 01. Disponível em: <<https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/Contecc2019/Experi%C3%A2ncia%20Profissional/A%20PRODU%C3%87%C3%83O%20DA%20ENERGIA%20ELETRICA%20E%20A%20IMPORTANCIA%20DA%20USINAS%20HIDRELERICAS.pdf>>. Acessado em: 21 de novembro de 2021.

BORGES, Jader dos Reis. **O EFEITO SEEBECK APLICADO NA TERMOMETRIA.** Projeto de instrumentação de final de curso, Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro –RJ, 2012, pg. 03. Disponível em; <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/8033/1/JRBorges.pdf>>. Acessado em: 21 de novembro de 2021.

BORGES, Jader dos Reis. **O EFEITO SEEBECK APLICADO NA TERMOMETRIA.** Projeto de instrumentação de final de curso, Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro –RJ, 2012, pg. 03. Disponível em; <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/8033/1/JRBorges.pdf>>. Acessado em: 21 de novembro de 2021.

FREIRE, Marília Aranha. **FORMALIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS CONTROLADOS EM ENGENHARIA DE SOFTWARE.** Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDTD, Brasília -DF, 2015, pg. 04. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFRN_7d0fdb3e82051f3d9ea2d2579aa5f85>. Acessado em: 29 de agosto de 2021.

FREITAS, Laís Fulgêncio. **ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA PEQUENA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO DE JUIZ DE FORA COM BASE NOS CONCEITOS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA E PREDITIVA.** Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora –MG, 2016, pg. IV. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/mecanica/files/2016/07/TCC-La%C3%ADs-Fulg%C3%A2ncio-Freitas.pdf>>. Acessado em: 29 de agosto de 2021.

CALLEGARI, Sídia Maria Jacques. **BIOESTATÍSTICA: PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES. 1º ed.** Porto Alegre - RG, Editora: Artmed; 2004, pg. 26.

RAMALHO, Betânia. Leite.; NUÑEZ, Isau. Beltrán. e GAUTHIER, Clermont. **FORMAR O PROFESSOR, PROFISSIONALIZAR O ENSINO: Perspectivas e desafios.** Porto Alegre -RS, Editora: Sulina, 2003, pg. 208.

RESENDE, Juliano Govedice. **MODELAGEM DE JUNTA AERONÁUTICA**. Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo São Paulo –SP, 2008, pg. 03. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2008/Trabalhos%20 finais/TCC_035_2008.pdf>. Acessado em: 31 de agosto de 2021.

RIERA JUNIOR, Alberto Torres. **EFEITOS TERMOELÉTRICOS EM SISTEMAS NANOSCÓPIOS**. Tese de Doutorado, Instituto de Física da Universidade de São Paulo USP, campus cidade Universitária São Paulo SP, 2013, pg. 36. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/43/43134/tde-22092014-130537/publico/Tese.pdf>>. Acessado em: 21 de novembro de 2021.

RIERA JUNIOR, Alberto Torres. **EFEITOS TERMOELÉTRICOS EM SISTEMAS NANOSCÓPIOS**. Tese de Doutorado, Instituto de Física da Universidade de São Paulo USP, campus cidade Universitária São Paulo SP, 2013, pg. 46. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/43/43134/tde-22092014-130537/publico/Tese.pdf>>. Acessado em: 21 de novembro de 2021.

UNIKLIMA. **CLIMATIZAÇÃO**. Uniklima Desenvolvimento e Fabricação de Equipamentos de Refrigeração para Invólucros Elétricos, Cotia –SP, 2021, pg. 01 Disponível em: <<http://www.uniklima.com.br/climatizacao.php>>. Acessado em: 01 de setembro de 2021.