



ESCOLA TÉCNICA SANDRA SILVA

CURSO TÉCNICO EM REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL

**FRANCISCO ADRIANO LINHARES RODRIGUES
ALEILDO CARVALHO MENDES
ADENILSO CORREIA DO NASCIMENTO
ANGELO DE SOUZA SILVA
DANILO DOS SANTOS ALVES
HÓDRIGO DIONATHAN ALVES SANTOS
MARCIO FIGUEIRAS FORTUNATO
VINICIUS LEAL PETERS DO AMARAL
NIVALDO TARGINO DA SILVA
WENDEL FRANCISCO COSTA**

CLIMATIZADOR REFRIGERADO

Rio de Janeiro - RJ

2023

**FRANCISCO ADRIANO LINHARES RODRIGUES
ALEILDO CARVALHO MENDES
ADENILSO CORREIA DO NASCIMENTO
ANGELO DE SOUZA SILVA
DANILO DOS SANTOS ALVES
HÓDRIGO DIONATHAN ALVES SANTOS
MARCIO FIGUEIRAS FORTUNATO
VINICIUS LEAL PETERS DO AMARAL
NIVALDO TARGINO DA SILVA
WENDEL FRANCISCO COSTA**

CLIMATIZADOR REFRIGERADO

REF CLI 01/23 N

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Escola Técnica Sandra Silva,
como partes dos requisitos para obtenção do
título de Técnico em Refrigeração Industrial.

Orientador(a): Fernanda Martins da Cruz

Rio de Janeiro - RJ

2023

CLIMATIZADOR REFRIGERADO

REF CLI 01/23 N

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Escola Técnica Sandra Silva,
como partes dos requisitos para obtenção do
título de Técnico em Refrigeração Industrial.

Local, ___ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Daniel Alves Ferreira Júnior

Fernada Martins da Cruz

Rio de Janeiro - RJ

2023

Dedico este trabalho a quem colaborou diretamente conosco: meus colegas, meu coordenador, meus Professores, e por fim a Deus, pois sem Ele não teríamos conseguido obter sucesso nesse trabalho. Nossa gratidão a Escola Técnica Sandra Silva, por todo apoio e pelo suporte.

Rio de Janeiro - RJ

2023

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter nos proporcionado chegar até aqui. As famílias e amigos, por toda dedicação e paciência contribuindo diretamente para que nós pudéssemos ter um caminho mais fácil e prazeroso durante esse ano. Agradecemos aos professores que estiveram dispostos a ajudar e contribuir para melhor aprendizado, com todas as informações nos guias de estudo e outros. Agradecemos também a Instituição, Escola Técnica Sandra Silva, por ter proporcionado a chance e todas as ferramentas que nos permitiu chegar hoje ao final deste ciclo de maneira satisfatória.

RESUMO

Este trabalho consiste no desenvolvimento do protótipo de um sistema de climatizador refrigerado, e tem como objetivo apresentar todo o processo de refrigeração, com foco no climatizador refrigerado e seus benefícios.

Iremos compreender os processos, os sistemas, o ciclo termodinâmico e controle de temperatura de um ambiente. A partir de um protótipo pretendemos alcançar controle térmico e assim melhorar a umidade relativa do ar e a qualidade do mesmo.

Construído a partir de materiais utilizados de outros sistemas, totalmente desenvolvido pelos alunos do Curso Técnico em Refrigeração Industrial da unidade de Bonsucesso da Escola Técnica Sandra Silva, em suas instalações, tem como objetivo a utilização em ambientes comerciais, industriais e residenciais.

Palavra-chave: Climatizador refrigerado.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Climatizador CÔNSUL C1F06 abana.....	12
Figura 2 – Controlador de Temperatura TC 900e power.....	16
Figura 3 – Eletroventilador EOS 5-13 P 5/38W.....	17
Figura 4 – Válvula de Serviço para Refrigeração Schraeder.....	18
Figura 5 – Filtro Secador com Rabicho.....	19
Figura 6 – Tubo Capilar.....	20
Figura 7 – Compressor FFi HAK Embraco.....	20
Figura 8 – Rodízio Giratório em Gel.....	21
Figura 9 – Condensador Estático Aramado s/ Coifa.....	21
Figura 10 – Fio Flexível 2,5mm.....	22
Figura 11 – Tubo de Cobre 5/16".....	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	12
2.1 Descrição do Protótipo.....	12
2.2 Manutenção.....	15
2.3 Componentes que Foram Acrescentados e Modificados.....	16
2.4 Instrumentação e Controle.....	24
2.5 Sistema Elétrico.....	25
2.6 Preocupação com o Meio Ambiente.....	26
3 Metodologia.....	27
4 Orçamento	
4.1 Valores Estimados das Peças Utilizadas.....	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

A busca por soluções inovadoras e sustentáveis no campo da refrigeração industrial tem sido um desafio constante. Com o objetivo de explorar alternativas viáveis para a utilização de recursos disponíveis, o presente trabalho apresenta um protótipo de um climatizador refrigerado. Sabemos que a umidade do ar, desempenha um papel fundamental na qualidade do ambiente em que vivemos, portanto, ambientes com baixa umidade podem causar desconforto, ressecamento de pele, problemas respiratórios e até mesmo afetar a saúde das pessoas. Diante dessa importância, surge a necessidade de desenvolver soluções inovadoras capazes de melhorar a umidade relativa do ar em espaços habitáveis, quer seja residencial, comercial ou industrial

A escolha desse tema para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) se baseia na importância da umidade relativa do ar para o conforto e bem-estar das pessoas. A umidade relativa do ar, quando em níveis inadequados para as pessoas, pode causar diversos problemas à saúde das pessoas, como já foi supracitado anteriormente.

Esse protótipo foi desenvolvido como parte de um projeto de conclusão de curso do Curso Técnico em Refrigeração Industrial, com o intuito de demonstrar uma aplicação prática e econômica de uma transformação de um climatizador comum em um climatizador refrigerado, a partir de componentes de fácil acesso e baixo custo, amplamente encontrando no mercado.

O processo de refrigeração, especialmente quando aplicado em climatizadores refrigerados, traz diversos benefícios à saúde. A manutenção do conforto térmico, controle da umidade relativa do ar e purificação do ambiente interno, contribuem diretamente para a prevenção de problemas respiratórios, melhora a qualidade do ar e bem-estar geral. Portanto, investir em equipamentos de refrigeração e manter um ambiente climatizado e saudável é essencial para a saúde e o bem-estar das pessoas.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a umidade ideal para a saúde dos seres humanos deve estar entre 50 e 60%. Por isso, quando o índice fica entre 21% e 30%, é decretado o estado de atenção, quando a umidade está entre 12 e 20%, é considerado estado de alerta; e o estado de emergência é caracterizado por índices de umidade relativa do ar inferior aos 12%.

Veamos abaixo uma tabela de umidade relativa do ar:

		Temperatura do ar (°C)									
		-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Umidade Relativa do Ar (%)	90	-6,5	-1,0	3,5	8,5	13,5	18,5	23,5	28,0	33,0	38,5
	85	-7,5	-2,0	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,0	32,0	37,5
	80	-8,0	-3,0	2,0	6,5	11,5	16,5	21,0	26,0	31,0	36,0
	75	-8,5	-3,5	1,0	5,5	10,5	15,5	20,0	25,0	30,0	35,0
	70	-9,5	-4,5	0,0	4,5	9,0	14,5	19,0	23,5	28,0	33,5
	65	-10,0	-5,5	-1,0	3,0	8,0	13,0	17,5	22,0	27,0	32,0
	60	-11,0	-6,5	-2,0	2,0	7,0	12,0	16,5	20,5	25,5	30,5
	55	-11,5	-7,5	-3,0	1,0	5,5	10,5	15,0	19,5	24,0	29,0
	50	-13,0	-8,5	-4,5	-0,5	4,0	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0
	45	-14,5	-9,5	-6,0	-1,5	2,5	7,0	12,0	16,0	20,5	25,5
	40	-16,0	-11,0	-7,5	-3,5	1,0	5,5	9,5	14,0	18,0	23,0
	35	-18,0	-12,0	-8,5	-5,0	-1,0	3,0	7,5	12,0	16,5	21,0
	30	-19,0	-14,5	-10,5	-7,0	-3,0	1,5	5,5	9,5	13,5	18,0

Com esta tabela, podemos determinar qual é a porcentagem da umidade relativa do ar de acordo com a temperatura do ambiente.

O referido estudo que baseará este TCC, constitui uma pesquisa aplicada e tem como foco de construir uma máquina térmica com a finalidade de obter uma umidade relativa do ar confortável. Devido a característica do protótipo, o TCC será abordado de forma exploratória. A análise realizada para a obtenção de respostas para o protótipo deu-se por conhecimentos adquiridos até então; na Escola Técnica Sandra Silva no curso de Refrigeração Industrial. Para se chegar ao enfoque que o nosso estudo visa responder, serão aplicados procedimentos metodológicos consulta de fontes bibliográficas, alguns estudos de caso e entrevistas com professores e profissionais do setor de refrigeração industrial

2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O protótipo consiste na fusão de dois equipamentos largamente utilizado na refrigeração comercial. Partindo de um Climatizador modelo C1F06 da fabricante Cònsul iremos desenvolver uma solução técnica para chegar aos objetivos já mencionados anteriormente.

Lembramos também que foram respeitadas todas as normativas relacionadas a segurança refrigeração industrial.

2.1 DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO

Antes de falarmos especificamente como funciona o nosso protótipo, vamos entender como funciona um climatizador, as suas vantagens e desvantagens em relação a um aparelho de ar condicionado convencional.



Figura 1 – Climatizador Cònsul C1F06 abana

Um climatizador de ar trabalha para amenizar a temperatura de um ambiente, melhorar a qualidade e a umidade do ar e fazer circular o ar, criando alguma ventilação,

menos potente do que um ventilador, mas ainda assim efetiva. Alguns modelos de climatizador, pode ainda, apresentar a função de aquecedor.

Seu funcionamento, consiste num circulador de ar que consegue reduzir a temperatura de um ambiente a partir de um processo de vaporização da água, que ocorre em seu interior, onde ficam uma bomba, um reservatório para água gelada ou gelo, filtro de papel especial e ventilador.

O ar mais quente e seco do exterior entra no aparelho e é filtrado pelas células do papel especial, constantemente molhadas pela água fria circulante através da bomba.

Essa água evapora e o ar umidificado volta ao ambiente insuflado pelo ventilador. Como o ar ambiente terá tido contato com o filtro de papel molhado pela água gelada, este ar perderá temperatura e isso criará uma melhor sensação térmica aos usuários do ambiente.

Uma grande vantagem do climatizador de ar, é ele ser bem mais barato que um aparelho de ar condicionado, e o mesmo, não exige qualquer cuidado e gasto com instalação, basta ligá-lo a uma tomada na tensão adequada. A maioria dos climatizadores também desenvolvem a função de serem umidificadores. O ar filtrado também volta para o ambiente mais limpo, o que auxilia no combate às impurezas do ambiente, como mofo, pelos de animais e odores desagradáveis. Por isso, eles são aparelhos indicados para regiões secas e para quem tem problemas alérgicos. O climatizador é portátil e pode ser levado para diferentes ambientes. Um dado muito relevante também, se dá por conta do gasto com consumo de energia elétrica, pois um climatizador de ar gasta muito menos energia do que um ar-condicionado, a comparação pode chegar a 90% de diferença no consumo. Ele também não necessita de gás para funcionar.

E citamos aqui como sendo a principal desvantagem desse aparelho, o fato dele não conseguir climatizar um ambiente inteiro, com grandes reduções de temperaturas, como faz um aparelho de ar condicionado. Porém, ele reduz alguns graus com relação a temperatura ambiente. Citamos ainda a desvantagem de precisar de tempos em tempos completar o reservatório de água ou de gelo.

Para liberar ar umidificado mais frio, o usuário pode colocar água gelada ou pedras de gelo no reservatório. Alguns modelos vêm com bolsas ou caixinhas de gel, que são levadas ao freezer e depois deixadas no reservatório para manter a água gelada por algumas horas. E é exatamente sobre este ponto que iremos abordar e desenvolver o protótipo, que visa sanar essa deficiência do climatizador de ar. Pois nosso protótipo, tem por objetivo manter uma temperatura constante durante o processo de climatização, não sendo necessário o usuário ter a todo momento precisar adicionar mais gelo ou água gelada ao reservatório. Isso torna mais eficiente o climatizador de ar e potencializa consideravelmente o seu funcionamento.

Como já entendemos o funcionamento do climatizador de ar, assim como as suas vantagens e as suas desvantagens, vamos agora entender o que de fato irá transformar um simples climatizador de ar, num climatizador de ar refrigerado.

Como já vimos anteriormente, para que possamos retirar alguns graus celsius da temperatura ambiente através de um climatizador de ar, é necessário que coloquemos água gelada ou água com gelo em seu reservatório. Porém a tendência dessa água é se igualar a temperatura ambiente, e assim, deixar de climatizar o ambiente, passando apenas a circular o ar no ambiente, sem que haja insuflamento térmico do ar. Para isto, desenvolvemos esse protótipo a partir de pesquisas e estudos conduzidos em sala de aula pelos mestres da Escola Técnica Sandra Silva, que irá manter constantemente a água gelada dentro do reservatório do climatizador de ar, provendo assim um melhor controle térmico ao ambiente e a todos os usuários que ali estejam. Após muito estudo e pesquisas, foi realizada uma alteração técnica do climatizador de ar, onde o mesmo foi equipado com um sistema de controle e com um sistema de refrigeração do seu reservatório.

Criamos um sistema de refrigeração similar a um bebedouro, e assim depois de muito cálculo de eficiência energética e de coeficiente de temperatura com estudos no comportamento do fluido refrigerante, chegamos a montagem do novo sistema de refrigeração, que integra o nosso climatizador de ar.

Alguns itens foram modificados e outros itens foram adicionados. Descreveremos a seguir quais componentes se fizeram ser adicionados e quais componentes foram modificados.

Convidamos a todos a continuar nessa leitura e juntos acompanharmos essa modificação técnica de suma importância e de relevância para um climatizador de ar de baixo custo e de boa eficiência térmica.

2.2 MANUTENÇÃO

Nosso protótipo utiliza a água como principal meio de troca de calor com a temperatura ambiente. No entanto, durante o processo de funcionamento, o nosso climatizador vai perdendo essa água através do processo amplamente conhecido como evaporação. Para que o nosso climatizador refrigerado, possa operar em plena carga, na sua total condição, é necessário sempre verificar a bandeja onde essa água trabalha. Sempre que houver necessidade, o usuário deverá repor a quantidade de água necessária, até o nível máximo pré-estabelecido. Dessa forma, nosso climatizador refrigerado, sempre irá operar da melhor maneira possível, dentro dos padrões mínimos exigidos de acordo com o nosso projeto.

2.3 COMPONENTES QUE FORAM ACRESCENTADOS E MODIFICADOS

Controlador de Temperatura TC 900e power



Figura 02 Controlador de Temperatura TC 900e power

Este controlador tem a função de automatizar os processos de degelo de acordo com a necessidade da instalação, chamado também de degelo inteligente, proporcionando assim uma economia de energia. Possui 2 sensores principais de temperatura, sendo um para a temperatura ambiente e um que fica fixado no evaporador da unidade, que comandará o final do degelo e o retorno dos eletroventiladores. No nosso protótipo, essas duas sondas estão monitorando a temperatura de insuflamento do ar ambiente e a temperatura da água do reservatório, cuja finalidade é retirar calor latente ambiente.

Para fazer o controle da temperatura ambiente, o aparelho conta com um SETPOINT (ajustagem programável de parâmetro). Possui também um filtro digital, que tem a finalidade de simular um aumento de massa no sensor do ambiente (S1), aumentando assim o tempo de resposta e evitando assim acionamentos desnecessários do compressor. Uma saída a relé temporizado de até 16A comandará um compressor.

Foi necessário programar o equipamento de acordo com as necessidades do protótipo, a saber:

Função F08 – Parametrizando o tempo de refrigeração em 60 minutos; e

Função F14 – Parametrizando o tempo de degelo em 10 minutos.

Utilizamos os parâmetros de tempo nesse sistema, por acreditarmos (com base em estudos e pesquisas), ser o melhor padrão para a configuração e acerto do rendimento térmico do protótipo.

Eletroventilador



Figura 3 – Eletroventilador EOS 5-13 P 5/38W

Nosso protótipo conta com um sistema de refrigeração acoplado a ele, isso viabiliza manter um controle contínuo de temperatura ambiente. E todo sistema de refrigeração possui um ciclo básico, onde o fluido refrigerante é comprimido e aspirado por um compressor. No momento que o fluido refrigerante é comprimido, ele ganha temperatura durante esse processo. Então o fluido refrigerante é conduzido ao elemento chamado de condensador, e é nessa hora que entra em cena o elemento conhecido como ventoinha do condensador, hélice ou ainda eletroventilador. Ele é um componente que otimiza o fluxo de ar, favorecendo a ventilação que deve chegar ao condensador para que a troca térmica ocorra de forma efetiva. Isto é necessário para que o líquido perca temperatura e volte mais frio ao próximo elemento do sistema, que chamamos de elemento expensor.

Válvula de Serviço para Refrigeração



Figura 4 – Válvula de Serviço para Refrigeração Schraeder

A válvula de serviço que instalamos no nosso sistema tem a finalidade de permitir acesso ao sistema de refrigeração e assim facilitar a carga de fluido refrigerante e medição das pressões no interior do circuito de refrigeração, podendo ser instalada ao lado da sucção e descargas.

Filtro Secador com Rabicho

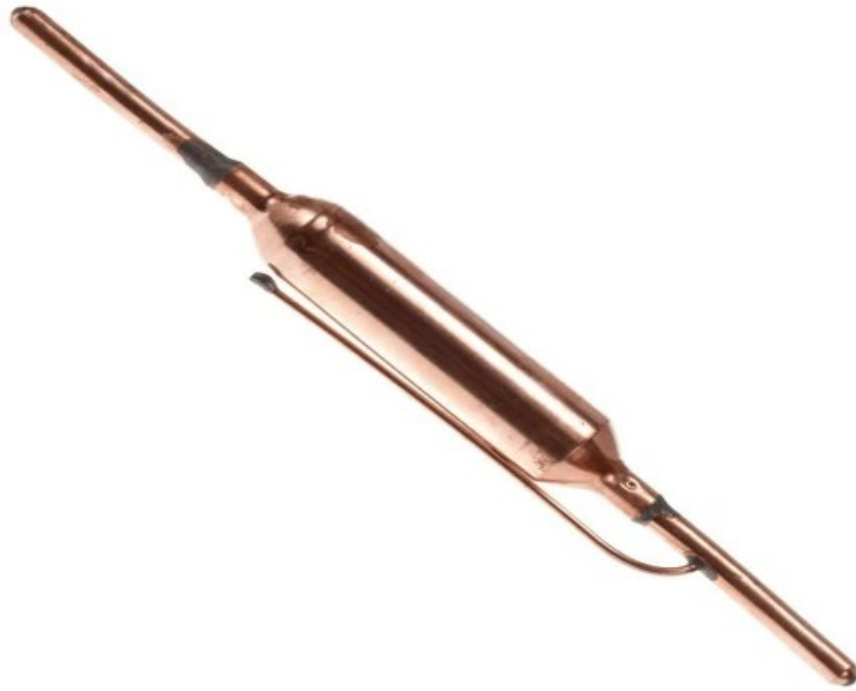


Figura 5 – Filtro Secador com Rabicho

O filtro secador 3/4 com rabicho é um componente muito importante para o funcionamento adequado de sistemas de refrigeração e ar condicionado. Ele é responsável por filtrar as impurezas presentes no fluido refrigerante e retém a umidade do sistema, prevenindo a formação de gelo e a corrosão dos componentes.

Tubo Capilar



Figura 6 – Tubo Capilar.

A função deste elemento junto com o compressor é de restringir e controlar a vazão de fluido refrigerante.

Compressor Embraco



Figura 7 – Compressor FFi HAK Embraco

O compressor tem a função de circular o refrigerante no interior do circuito, especificamente retirando-o como um gás do evaporador e depois comprimindo-o e fornecendo-o a uma pressão mais elevada à condensação.

Rodízio Giratório em Gel



Figura 8 – Rodízio Giratório em Gel

Utilizamos o rodízio giratório em gel silicone transparente 35mm sem trava com a finalidade de facilitar o deslocamento do climatizador refrigerado com o menor esforço físico possível. A opção do rodízio em gel, ainda confere um estilo mais limpo no visual e torna o protótipo mais clean.

Condensador Estático Aramado s/ Coifa

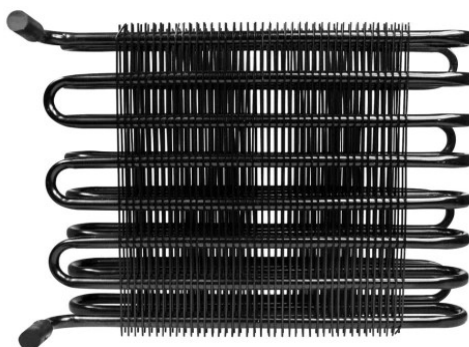


Figura 9 – Condensador Estático Aramado s/ Coifa

O condensador é um trocador de calor que opera em alta pressão e a uma temperatura superior à temperatura do ambiente onde o sistema está localizado. Dessa forma, o condensador é capaz de rejeitar calor do fluido refrigerante para o ambiente.

Fio Flexível 2,5mm



Figura 10 – Fio Flexível 2,5mm

A escolha desse fio para o nosso protótipo, deu-se as suas características de trabalho, pois tem a capacidade de suportar até 105°C, pode conduzir em média 1200 a 1500 Watts, além de suportar até 30 ampéres, adequado para instalações elétricas em conformidade com a norma NBR-9117 e tensões de 750v

Tubo de Cobre 5/16"



Figura 12 – Tubo de Cobre 5/16"

Comumente, os tubos de cobre são utilizados em aparelhos de ar-condicionado, instalações hidráulicas e conectores elétricos. O tubo de cobre é um dos materiais de construção mais eficientes para instalações em que há a necessidade de passagem de água quente, fria ou gás. Utilizamos a medida de 5/16" por se tratar na medida que atende aos cálculos realizados no nosso protótipo.

2.4 Instrumentação e Controle

Nosso protótipo conta com um moderno sistema de controle, onde utilizamos uma placa programável do tipo TC 900e Power como já citado anteriormente e o próprio controlador onboard intrínseco no climatizador CÔNSUL C1F06.

O controlador TC 900e Power foi parametrizado para atender as especificações de controle que atendem ao monitoramento e climatização do ambiente no qual se deseja manter controle de temperatura. Amplamente utilizado na automatização de sistemas de refrigeração, pois é um instrumento de alta confiabilidade e precisão.

À este instrumento (TC 900e Power), foi programado para monitorar a temperatura da água da cuba do climatizador CÔNSUL, e tomar as medidas necessárias para ligar e desligar o compressor de refrigeração instalado em nosso sistema.

Após a temperatura da água atingir o SetPoint desejado, uma sonda de leitura envia informação para a placa do TC 900e Power, informando que o parâmetro foi atingido, e dessa forma, a placa do TC 900e Power, envia um sinal de resposta para um relê interno, onde é realizado o desligamento do compressor. Uma vez a temperatura da água tenha atingido um valor maior do que o setado no Set Point, a mesma sonda de leitura irá enviar outro sinal, onde desta vez, a ordem da placa do TC 900e Power, será a de ligar o compressor, para que possa reestabelecer a temperatura interna do reservatório de água do climatizador CÔNSUL.

Já o controle da ventilação do climatizador, controle de ligar e desligar a bomba d'água interna, continua a cargo do controlador original do climatizador CÔNSUL C1F06.

Adicionamos um toque de modernidade ao sistema fazendo uso de um dispositivo de controle via Wi-Fi.

Instalamos um interruptor inteligente de 2 canais e um interruptor 1 canal ON/OFF. O Interruptor Pulso Inteligente Wi-Fi de 2 Canais, permite controlar o funcionamento de aparelhos através de um smartphone ou tablet utilizando WiFi é um dos projetos de automação mais requisitados. Quando se fala em automação residencial, uma das primeiras coisas que vem à mente é: acionamento de qualquer dispositivo através de WiFi. Esta é uma solução simples, prática e de ótimo custo benefício para controlar remotamente qualquer equipamentos domésticos que possa estar conectado a uma tomada/fonte de alimentação. O dispositivo Sonoff Wi-fi é um interruptor elétrico que transmite os dados para uma plataforma de nuvem por meio do Wi-fi Router, e que permite aos usuários controlar remotamente todos os aparelhos conectados, através do

aplicativo móvel eWeLink fazendo todos os eletrodomésticos inteligentes.

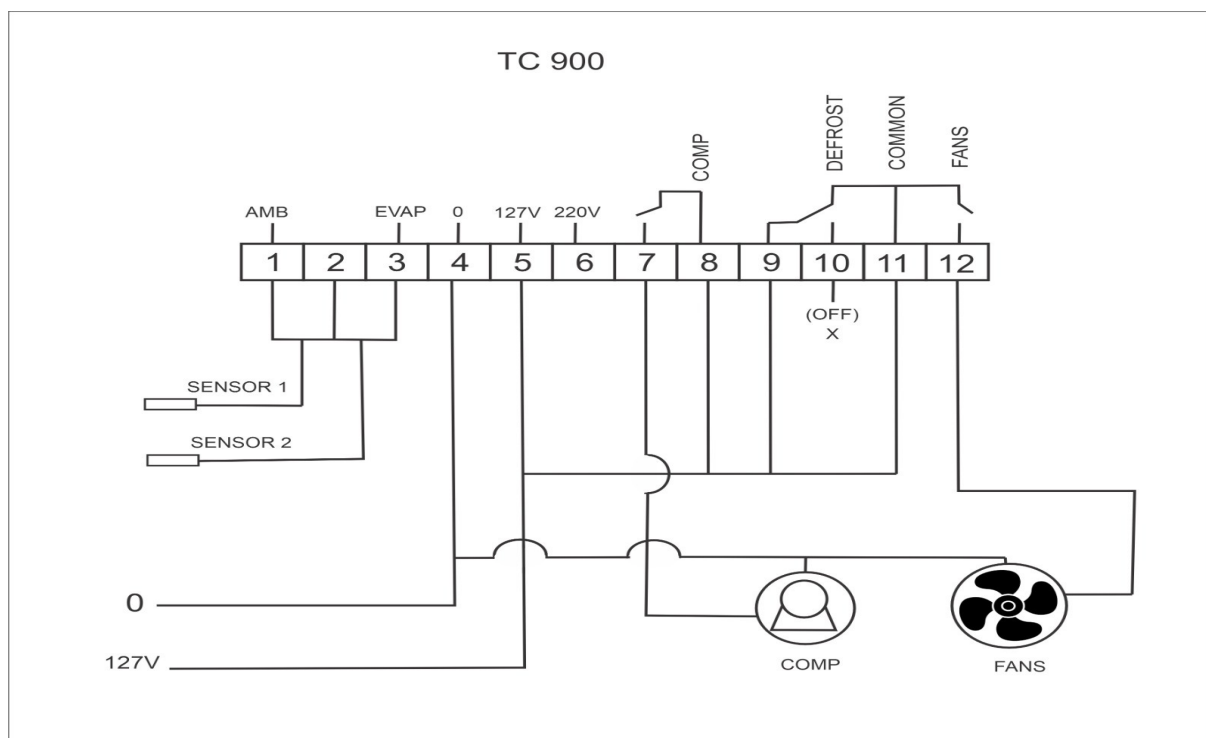
Com a rede móvel, os usuários podem controlar remotamente os aparelhos, transformando-os em on/off a partir de qualquer lugar a qualquer momento.

Outro recurso disponível é o calendário de horários, que pode incluir várias programações temporizadas on/off, como: semanal com repetição ou não, cronômetro regressivo, temporização cíclica. Eles possuem proteção contra sobrecarga o que garante um funcionamento seguro do protótipo.

2.5. Sistema Elétrico

O sistema elétrico do climatizador refrigerado foi desenvolvido de maneira simples e muito eficaz para garantir uma operação fácil e segura. Foi utilizado um interruptor inteligente Sonoff de 1 canal (Wi-Fi), uma fonte de alimentação e um controlador TC 900e Power.

Todo o esquema elétrico está ilustrado conforme figura abaixo:



2.6. Preocupação com o Meio Ambiente

Acreditamos que este projeto pode oferecer uma valiosa contribuição para o cenário residencial, reduzindo custos e fomentando a consciência sustentável no meio técnico e acadêmico. Esperamos que este estudo estimule a criatividade e o engajamento na busca por soluções cada vez mais eficientes e ecologicamente responsáveis no campo da mecânica e refrigeração industrial.

Vale ressaltar que o projeto descrito neste trabalho é uma iniciativa técnica e experimental, e, portanto, é essencial que qualquer aplicação prática ou industrial seja devidamente avaliada e validada por profissionais qualificados, considerando os aspectos técnicos e normativos pertinentes.

A utilização de materiais reutilizados neste projeto proporcionou diversas vantagens. Em primeiro lugar, houve uma redução significativa do impacto ambiental, pois materiais que poderiam ser descartados foram aproveitados de forma útil, evitando o acúmulo de resíduos no meio ambiente.

Outra vantagem relevante é a economia financeira obtida pelo uso de materiais reutilizados, o que torna o projeto mais acessível e viável, especialmente para instituições de ensino e pequenos empreendedores que possuem orçamentos limitados

Metodologia

Para a realização deste trabalho utilizamos os conhecimentos sobre:

- Condensação – "Troca de calor no meio externo"
- Evaporação – "Troca de calor no meio interno", ambos baseados na Lei da

Termodinâmica 2 segundo estudos de Sadi Carnot (1796-1832). A segunda lei da termodinâmica é a lei que investiga a entropia e o funcionamento e rendimento de máquinas térmicas e refrigeradores. Ela dita quais são as condições existentes para que o calor seja convertido em trabalho nas máquinas térmicas e nos refrigeradores. Ela também aborda a definição de entropia como sendo um fenômeno capaz de medir a desorganização das partículas nos sistemas físicos.

A segunda lei da termodinâmica é representada pelos enunciados de Clausius e Kelvin-Planck.

O enunciado de Clausius aborda sobre o fluxo de calor ser do corpo mais quente para o corpo mais frio.

O enunciado de Kelvin-Planck aborda a incapacidade dos dispositivos térmicos converterem todo o seu calor em trabalho.

O ciclo de Carnot possui quatro etapas, uma expansão isotérmica reversível, uma expansão adiabática reversível, uma compressão isotérmica reversível e uma compressão adiabática reversível.

Vamos entender dois componentes do ciclo de Carnot: O condensador e o evaporador.

Para que serve o condensador do ar condicionado?

De uma maneira mais básica, o condensador é responsável pela troca de calor do seu ar-condicionado. É ele quem vai gelar o fluido refrigerante do seu produto. Ele é parte da condensadora, também conhecido como unidade externa.

A condensadora trabalha de forma cíclica: o líquido refrigerante vai para a unidade que fica dentro da sua casa, se evapora, volta para a unidade externa, e passa pelo condensador, tornando-se líquido mais uma vez.

Na refrigeração, um evaporador é o permutador de calor onde o refrigerante que circula no interior do circuito de refrigeração absorve a energia térmica do ambiente, que sendo depois arrefecida. É assim que o estado do refrigerante muda de líquido para vapor, daí o nome "evaporador".

4 Orçamento

Neste capítulo abordaremos os valores gastos neste protótipo, podendo variar para mais ou para menos de acordo com a época do ano na aquisição, assim como também a localidade onde foi adquirido e o seu estado de conservação.

3.1 Valores Estimados das Peças Utilizadas

● Climatizador CÔNSUL C1F06.....	R\$200,00
● Controlador TC 900e Power.....	R\$181,44
● Eletroventilador EOS 5/38.....	R\$132,50
● Válvula de Serviço Schrader.....	R\$ 7,86
● Filtro Secador com Rabicho.....	R\$ 6,50
● Tubo Capilar.....	R\$ 13,00
● Compressor Embraco.....	R\$200,00
● Rodízio Giratório em Gel.....	R\$ 28,73
● Condensador Estático Aramado s/ Coifa.....	R\$ 53,10
● Fio Flexível 2,5mm (metro).....	R\$ 5,00
● Tubo de Cobre 5/16" (metro).....	R\$ 18,03

Com isso, temos o custo total com a construção do protótipo o valor estimado de R\$ 846,16. Isso partindo do zero, sem que haja qualquer material disponível em casa. O que é ainda um valor relativamente menor do que a aquisição de um aparelho de ar condicionado, onde além do valor do aparelho, ainda incidirá o valor da instalação e aquisição de materiais para a devida instalação.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do climatizador refrigerado apresentado neste trabalho proporcionou uma experiência enriquecedora para os alunos do Curso Técnico em Refrigeração Industrial da Escola Técnica Sandra Silva. A partir do aproveitamento de materiais reutilizados e de conhecimentos técnicos adquiridos em sala de aula, demonstrando a viabilidade e eficiência desse tipo de projeto.

O protótipo revelou-se uma alternativa economicamente vantajosa quando comparado a produtos similares já existentes no mercado comercial, mostrando-se uma solução atraente para aplicações industriais em pequena e média escala. Além disso, evidenciou a preocupação com o meio ambiente, reforçando a importância de projetos inovadores e que venham minimizar os impactos ambientais.

Em suma, o trabalho proporcionou aos alunos uma oportunidade de aplicar conhecimentos teóricos em um projeto real, fomentando a criatividade, a capacidade de solucionar problemas e a consciência ambiental. Espera-se que este projeto sirva como inspiração para futuras iniciativas em prol do desenvolvimento tecnológico responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUNGARTNER, R., 2008, Modelagem e análise do desempenho de compressores centrífugos para baixa capacidade de refrigeração, dissertação de M.Sc., UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

ABREU, A. F., 1994, Análise de eficiência energética e da viabilidade dos ciclos de absorção na frigorífica de cargas. Dissertação M.Sc., USP, São Paulo, SP, Brasil.

FULL GAUGE, Manual de manutenção e instalação do Controlador TC 900e Power.

Como Transformar o Climatizador em Ar Condicionado com Pastilha Peltier. YouTube, 23 novembro de 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=BBYCVWjSbw>. Acesso em 09 de outubro de 2023.

**ESCOLA TÉCNICA SANDRA SILVA
CURSO TÉCNICO EM REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL**

**FRANCISCO ADRIANO LINHARES RODRIGUES
ALEILDO CARVALHO MENDES
ADENILSO CORREIA DO NASCIMENTO
ANGELO DE SOUZA SILVA
DANILO DOS SANTOS ALVES
HÓDRIGO DIONATHAN ALVES SANTOS
MARCIO FIGUEIRAS FORTUNATO
VINICIUS LEAL PETERS DO AMARAL
NIVALDO TARGINO DA SILVA
WENDEL FRANCISCO COSTA**

CLIMATIZADOR REFRIGERADO

Rio de Janeiro - RJ

2023



Escola Técnica Sandra Silva