

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ - FAG
CLAUS VINICIOS DRESSLER

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE INSTALAÇÃO TURBOCOMPRESSOR
MOTOR 1.4 COM OBJETIVO DE AUMENTO DE POTÊNCIA ESPECÍFICA

CASCADEL- PR
2017

CLAUS VINICIOS DRESSLER

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE INSTALAÇÃO TURBOCOMPRESSOR
MOTOR 1.4 COM OBJETIVO DE AUMENTO DE POTÊNCIA ESPECÍFICA**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz.

Prof. Orientador: Msc. Carlos Alberto Breda

CASCADEL- PR

2017

FACULDADE ASSIS GURGACZ - FAG
CLAUS VINÍCIOS DRÜSSLER

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE INSTALAÇÃO
TURBOCOMPRESSOR MOTOR 1.4 COM OBJETIVO DE AUMENTO DE
POTÊNCIA ESPECÍFICA

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica, da FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor (a) Carlos Alberto Breda

BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof. Msc. Carlos Alberto Breda
Faculdade Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico



Professor José Claudio Terra Silveira
Faculdade Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico



Professor Msc. Elien Araújo Juncella Junior
Faculdade Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico

Cascavel, 06 de Junho de 2017.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus que iluminou o meu caminho durante esta longa caminhada, também a minha família pela compreensão e a Engenharia Mecânica.

“seja que você for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega Lá. De alguma maneira você chega lá”

Ayrton Senna

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha esposa Any Karoline de Moura Dressler e aos meus pais, Edson Luiz Dressler e KleriSeibel, pelo amor e incentivo incondicional, e ainda, por entenderem minha ausência diária durante esta longa caminhada.

As minhas Irmãs, Anna, Lara e Luiza, aos meus queridos avós Seno e Ivone Dressler e aos meus tios e tias, em especial minha madrinha Cirlei Lione Dressler por estarem ao meu lado, e acreditarem na minha formação.

Agradeço aos meus amigos por estarem sempre me apoiando e auxiliando nos momentos difíceis.

Agradeço a todos os professores, aos professores Engenheiros Mecânicos, José Sebastião Garcia, Emerson Eduardo Formigoni, Rogério Luiz Ludegero, Carlos Eduardo Goulart Ferreira, Roberson Parizotto, José Claudio Terra Silveira.

Ao Professor orientador, Carlos Alberto Breda pelo apoio e grande dedicação ao longo do curso de Engenharia Mecânica.

RESUMO

DRESSLER, Claus Vinícios. **Estudo de viabilidade técnica de instalação turbocompressor motor 1.4 com objetivo aumento de potência específica.** 2017. N.º 44 folhas. Cascavel. Graduação do curso de Engenharia Mecânica. Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz – FAG. Orientação de Carlos Alberto Breda.

O presente trabalho, embasado em análises gráficas e bibliográficas do desempenho dos motores a combustão interna e sistemas de sobrealimentadores e analisar o desempenho de um turbocompressor após sua instalação em um motor 1.4 com objetivo aumento de potência específica, a fim de verificar se a adoção do turbocompressor aumenta a potência do motor, por conseguinte disseminar conhecimento sobre o assunto ainda pouco explanado. Ademais, buscou-se colaborar com as necessidades da indústria automobilística moderna de veículos mais baratos e eficientes, que tem buscado motores de menor deslocamento volumétrico com potenciais relativamente altos e menores consumo de combustível para satisfazer seus clientes e garantir lugar no mercado econômico atual. Ressaltou-se que o valor imposto sobre produto industrializado (IPI) para motores de 999cm³ é menor, e com adoção de um compressor alcança potências superiores inclusive aos de veículos com 2000cm³ que possuem menores valores de mercado devido ao seu menor deslocamento e por consequência disso melhor eficiência do combustível, sendo exemplos de veículos a serem citados o Vw Gol 16V Turbo, que gera 111CV e seu primogênito Vw gol 2.0 8v 115CV os quais possuem os mesmos opcionais com diferenças significativas em valores para aquisição. Em análise a literatura pertinente, em especial motores a combustão interna e sistemas de sobre alimentação, fora encontrado dois livros de autores portugueses, os quais basearam de forma geral o presente trabalho. Nesse sentido foi demonstrado que o mercado nacional vem substituindo motores aspirados por turbo alimentados, sendo o novo VW Golf 1.0 tsi o qual gera 125cv um exemplo, retirou-se o motor 1.6 litros de 104cv, sendo mais eficiente e econômico. Isso porque o mercado atual busca acompanhar o desenvolvimento de novos motores e novas tecnologias que geram maiores

potencia e menores consumos de combustível, o turbocompressor e o método mais fácil de extrair potencia de um motor sem ter que alterar o deslocamento volumétrico do motor, e menor custo se comparado a outros sistemas de sobre alimentação.

Palavras-Chaves:turbocompressor, turbo, sobrealimentação.

ABSTRACT

The present work, based on graphical and bibliographic analyzes of the performance of internal combustion engines and supercharger systems, was devoted to analyze the performance of a turbocharger after its installation in a 1.4 engine with objective to increase specific power in order to verify If the adoption of the turbocharger increases the power of the engine, therefore disseminate knowledge on the subject still little explained. In addition, we sought to corroborate with the needs of the automotive industry today for cheaper and more efficient vehicles, which have sought smaller displacement displacement engines with relatively high potentials and lower fuel consumption to satisfy their customers and secure place in the current economic market. It was emphasized that the value imposed on industrialized product (IPI) for engines of 999cm³ is smaller, and with the adoption of a compressor reaches higher powers even to vehicles with 2000cm³ that have lower market values due to their lower displacement and consequently The Vw Gol 16V Turbo, which generates 111CV and its eldest Vw gol 2.0 8v 115CV, which have the same options with significant differences in values for acquisition. Especially internal combustion engines and overfeed systems, two books by Portuguese authors were found, which were based on this work in general. In this sense, it has been shown that the national market is replacing turbo-charged engines, with the new VW Golf 1.0 tsi which generates 125 bhp an example, the 1.6-liter 104 hp engine has been removed, being more efficient and economical. This is because the current market seeks to follow the development of new engines and new technologies that generate greater power and lower fuel consumption, the turbocharger and the easiest method of extracting power from an engine without having to change the volumetric displacement of the engine, and Lower cost compared to other overpower systems.

Keywords:turbocharger, turbo, supercharger

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Cabeça do motor	20
Figura 2 Bloco do motor	21
Figura 3 Cáster	22
Figura 4 Pistão	22
Figura 5 Biela	23
Figura 6 Árvore de manivelas.....	24
Figura 7 Turbocompressor	25
Figura 8 Supercharger	26
Figura 9 Compressor roots.....	27
Figura 10 coletor escape	30
Figura 11 Bomba elétrica	31
Figura 12 Regulador de pressão de combustível	32
Figura 13 Válvula wastegate.	33
Figura 14 Válvula de prioridade.....	34
Figura 15 Tampa pressurização	34
Figura 16 Carburador	35
Figura 17 Manômetro de turbo	35
Figura 18 Sonda lambda	36
Figura 19 Turbocompressor	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Leitura sonda.....	40
-----------------------------	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Mapa turbocompressor	39
Gráfico 2 Potência.....	41

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	17
Equação 2	38
Equação 3	39
Equação 4	41
Equação 5	41

SUMÁRIO

1 Conteúdo

1.INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo Geral	16
1.2 Objetivos específicos	16
1.3 Justificativa.....	17
1.4 Caracterização do problema	17
1.5 Delimitação da pesquisa	17
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 CONCEITO GERAL SOBRE MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA.....	18
2.2 Estrutura do motor.....	19
2.3 Cabeça do motor.....	20
2.4 Bloco do motor	20
2.5 Cáster	21
2.6 Pistão	22
2.7 Biela	22
2.8 Arvore de manivelas.....	23
2.9 Conceitos Gerais de sobrealimentadores.....	24
2.10 Turbocompressor	24
2.11 Compressor mecânico.....	25
2.12 Considerações sobre o motor turboalimentado	27
3.MÉTODOLOGIA	29
3.1 Materiais.....	29
3.1.1 Sistema de exaustão	29
3.1.2 Coletor de escape	29
3.1.3 Bomba de combustível	30
3.1.4 Regulador de pressão de combustível	31
3.1.5 Válvula wastegate	32
3.1.6 Válvula de prioridade.....	33
3.1.7 Tampa de pressurização	34
3.1.8 Carburador	34
3.1.9 Manômetro de pressão de turbo	35
3.1.10 Sonda lambda	36

3.1.11 Turbocompressor	37
3.2 Métodos.....	37
3.3 Teste Realizado	39
3.4 Resultados	40
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1.INTRODUÇÃO

O presente estudo será importante para o mercado atual pois visa não somente o aumento de potência de motores a combustão interna como também atender as novas legislações impostas pelas normas de emissão de gases.

Devido a grande vantagem deste sistema de regeneração de energia assim podendo desenvolver novas tecnologias baseadas neste sistema de sobre alimentação.

A utilização de sobre alimentadores é indicado para motores com pouca capacidade volumétrica, pois estes dispõem de pouco torque vantagens da utilização do turbo compressor ficam por conta do aumento do torque disponível em todas as faixas de rotação, e a facilidade com que o turbo compressor aumenta a potência de um motor.

Além de provar que um motor de concepção antiga da década de 70 pode ser adaptado um turbo compressor, e melhorar sua potência específica.

Este trabalho tem seu objetivo de expandir o conhecimento sobre motores a combustão interna.

1.1 Objetivo Geral

Instalação de um turbo compressor em um motor 1.4, com objetivo de aumentar sua potência específica, com nova tendência do mercado “downsizing” (motores pequenos com potências específicas elevadas), em busca de veículos mais leves econômicos e potentes que possuam baixo deslocamento volumétrico e gerem potência igual a motores de maior capacidade volumétrica.

1.2 Objetivos específicos

- Instalar turbocompressor
- Medir potência e torque em dinamômetro.

- Comparar no gráfico após medição se houve aumento de potência específica.

1.3 Justificativa

O resultado desta pesquisa terá uma boa contribuição, pois sabe se que a indústria automobilística vem a muitos anos projetando motores de menor deslocamento volumétrico e mais eficientes para atender as demandas do mercado e legislações atuais.

1.4 Caracterização do problema

Será que a instalação de turbocompressor com objetivo de aumento de potencia específica do motor?

Sendo que :

P_{esp} = Potência específica(cv)

P_e = Potência efetiva em (cv)

L =Deslocamento volumétrico em (litros)

Equação 1

$$P_{esp} = \frac{P_e}{L}$$

1.5 Delimitação da pesquisa

Será instalado um turbocompressor marca Máster Power modelo R343, e regulado pressão de turbo para 0,9 kgf/cm² e medir em dinamômetro, com objetivo de aumento da potência específica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITO GERAL SOBRE MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA

Segundo Jorge Martins (2006) é uma máquina a combustão interna que transforma energia proveniente de uma reação química em energia mecânica. O processo de conversão de da através de ciclos termodinâmicos que envolve expansão, compressão e mudança de temperatura dos gases, Basicamente dividido em alguns tipos específicos, ciclo Otto, ciclo Diesel, ciclo Brayton.

Ciclo Otto moto baseado no ciclo ideal Otto caracteriza-se por ter sua ignição por faísca, dividido em quatro fases, admissão, compressão, expansão e exaustão, normalmente utiliza como combustíveis, gasolina, etanol, gás natural veicular. Motores de Ciclo Otto são os mais produzidos no mundo, pela fácil manutenção e componentes, atualmente no Brasil os motores ciclo Otto são produzidos para utilização de alguns combustíveis que são etanol, gasolina, nafta e gás.

Motores alternativos, motores de dois e quatro tempos, esse motores são os mais populares, usado na maioria dos veículos que atualmente circulam no mundo. Já os rotativos são mais difíceis de serem encontrados pois poucos fabricantes usam esses motores, somente a Mazda produz esses motores para veículos, e as turbinas a gás que são motores rotativos.

Já para Franco Brunetti (2012) são máquinas térmica que permitem transformar calor em trabalho, onde pode ser obtido em diferentes fontes: combustão, energia elétrica ou atômica.

Onde basicamente é divididas em motores a combustão interna e externa.

Para Franco Brunetti (2012) motores a combustão externa são motores onde o processo de combustão ocorre externamente, exemplo uma máquina a vapor.

Segundo Franco Brunetti (2012) motores a combustão interna quando o processo de combustão ocorre diretamente dentro do sistema.

Para Franco Brunetti (2012) os motores a combustão interna são divididos em três tipos.

Motores alternativos basicamente quando o trabalho é obtido através da alternância dos pistões, transformando rotação por um sistema de biela e eixo virabrequim.

Motores rotativos quando o trabalho é obtido pelo movimento de rotação exemplos motores wankel ou turbinas.

Motores de impulso quando o trabalho é obtido pela reação dos gases queimados em alta velocidade pelo motor, exemplo jatos e foguetes.

Para Franco Brunetti (2012) os motores alternativos são classificados em dois tipos básicos, o de quatro tempos (4t) e de dois tempos (2t).

Nos motores de dois tempos o ciclo é feito em apenas uma volta completa do eixo virabrequim, sendo a sequência de expansão e compressão juntas e a de escape e admissão.

Já nos motores de quatro tempos ocorrem quatro fases separadas, as quais são, expansão, escape, admissão e compressão.

Para Franco Brunetti (2012) motores a quatro são divididos em dois ciclos básicos Otto e Diesel

Ciclo Diesel este ciclo sua ignição é gerada pela taxa de compressão elevada, o que faz a temperatura da câmara ser maior que a temperatura de auto ignição do combustível.

Já no ciclo Otto a mistura é induzida à câmara de combustão através de sistemas de alimentação como carburador ou injeção eletrônica, qual é homogeneizada durante o trajeto até a câmara de combustão, quando o ciclo está na fase de compressão uma centelha que é transmitida para vela de ignição que está localizada dentro da câmara, assim inflama a mistura e assim gera a expansão dos gases.

2.2 Estrutura do motor

Para Jorge Martins (2005) o motor deve possuir uma estrutura rígida para suportar as altas pressões e velocidades que pode alcançar, e basicamente o motor é dividido em três partes.

- Cabeça do motor
- Bloco do motor
- Carter

2.3 Cabeça do motor

Para Jorge Martins (2005) a cabeça do motor ou tampa de cilindros tem função de tampar o bloco do motor, e em alguns modelos acomodar as válvulas, grande maioria das cabeças de motor são produzidas em alumínio devido melhor condutibilidade térmica e fácil produção.

Figura 1 Cabeça do motor

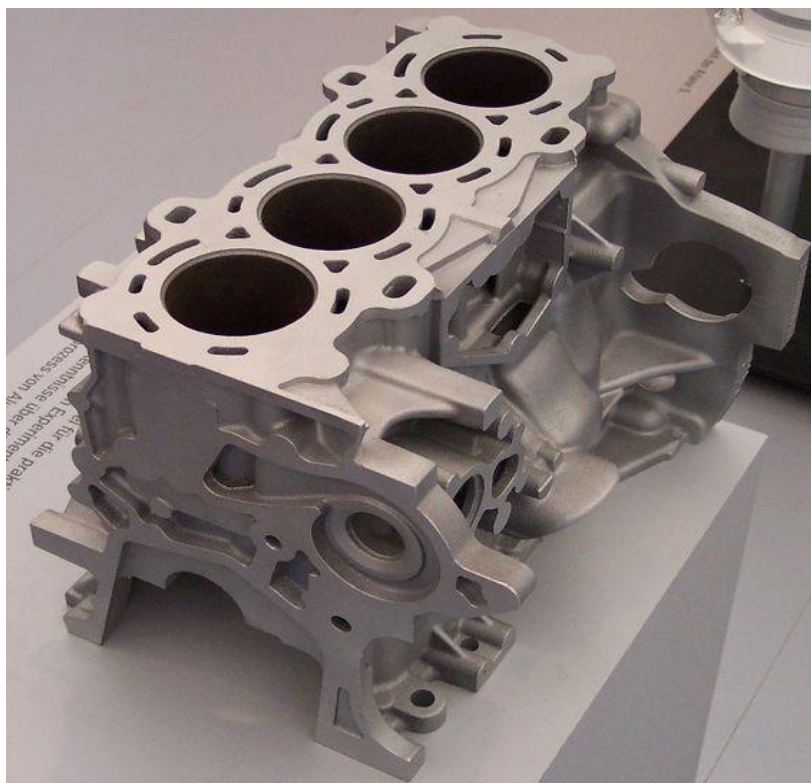


Fonte: Romu autopeças (2017)

2.4 Bloco do motor

Para Jorge Martins (2005) maioria dos blocos fabricados é em ferro fundido, e sua principal função é acomodar, pistões, bielas, virabrequim, sendo parte mais importante de um motor.

Figura 2 Bloco do motor



Fonte: Wikipédia (2017)

2.5 Cáster

Para Jorge Martins (2005) a função básica do cáster fechar a parte de baixo de motor e servir de reservatório do óleo lubrificante do motor.

Figura 3 Cárter



Fonte: o autor (2017)

2.6 Pistão

Segundo Jorge Martins (2005) o pistão tem três funções em um motor, servir de parede móvel, receber a pressão dos gases, ser guia da biela, é dividido em duas partes, sendo cabeça do pistão e saia do pistão.

Figura 4 Pistão



Fonte o autor (2017)

2.7 Biela

Segundo Jorge Martins (2005) sua função básica é transmitir o movimento alternativo do pistão em movimento de rotação da árvore de manivelas.

Figura 5 Biela



Fonte: o autor (2017)

2.8 Arvore de manivelas

Segundo Jorge Martins (2005) grande maioria das arvores de manivela são fabricadas em ferro fundido ou aço, a mesma está sujeita a grandes esforços de torção e flexão, devido a receber a força através da biela e do pistão.

Figura 6 Árvore de manivelas



Fonte: o autor (2017)

2.9 Conceitos Gerais de sobrealimentadores

Segundo Jorge Martins (2006) são sistemas que utilizam de forças geradas pelos motores a combustão interna para aumentar a massa e pressão de ar na admissão, assim gerando mais potência e torque para o sistema, o sobre alimentador mais utilizado atualmente e o turbo compressor por ser de baixo custo de aquisição e fácil manutenção, sendo empregado 100% na linha de motores diesel no mundo.

Para Franco Brunetti (2012) é possível obterem motores de alta potência, substituindo a aspiração natural pela sobrealimentação em que o ar é forçado para dentro do cilindro através de mecanismos mecânicos que é dividido em dois sistemas básicos, compressores mecânicos e turbocompressores.

2.10 Turbocompressor

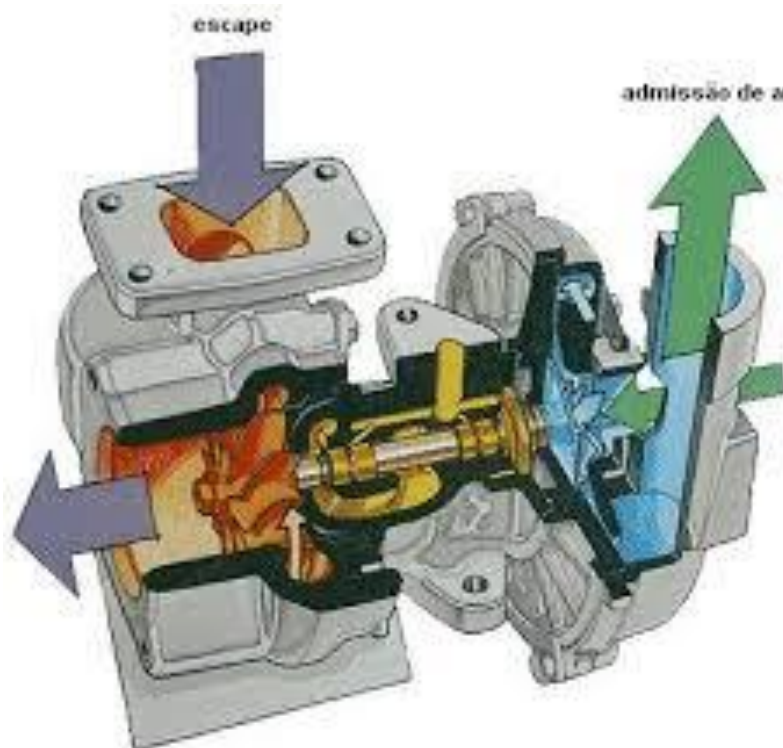
Segundo Jorge Martins (2006) turbocompressor fica ligado ao coletor de escape de um Motor de combustão interna, e aproveita a energia dos gases de escape, gerados no motor, para girar uma turbina conectada por meio de um

eixo comum a um rotor que é o compressor o qual tem a função de bombear ar para os cilindros, a fim de aumentar a pressão e a massa de ar admitida.

Na linha diesel são muito utilizados praticamente em todos os motores, pois aumentam potência e torque, assim motores mais compactos e leves são mais potentes que motores naturalmente aspirados de maior deslocamento volumétrico. O eixo de ligação entre a turbina e o compressor exige uma lubrificação que é feita, pela própria pressão do óleo lubrificante do motor conduzido através de uma mangueira para o turbo, e retornando o óleo para o cárter.

Já para Franco Brunetti (2012) o compressor é movido pela turbina, onde os gases de escape acionam o eixo, onde é aplicado em todos os motores a Diesel fabricado e recentemente em motores de ciclo Otto.

Figura 7 Turbocompressor



Fonte: Spa Turbo(2016)

2.11 Compressor mecânico

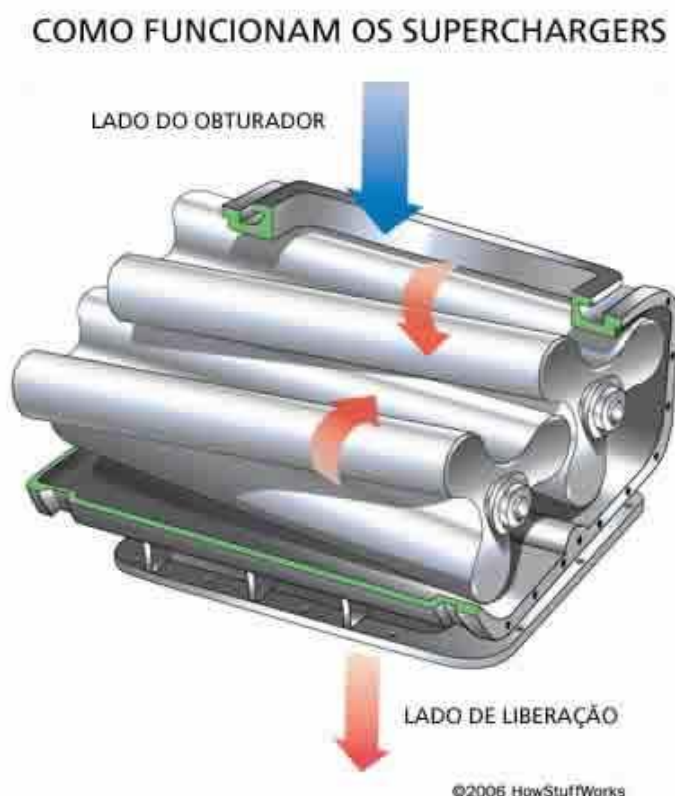
Segundo Jorge Martins (2006) a medida que os lóbulos entrelaçados giram, o ar preso nos espaços existentes entre eles é carregado entre o lado de entrada e o lado de saída. Grandes quantidades de ar são movidas para o coletor de admissão e "acumuladas", criando-se uma pressão positiva. Por essa razão os compressores Roots não passam de sopradores de ar.

Segundo Franco Brunetti (2012) o sistema é acionado mecanicamente pelo motor, que o qual consome uma parte da potência, esse efeito e sua maior desvantagem chegando a consumir cerca de 15% da potência do motor.

Para Franco Brunetti (2012) se o compressor for de deslocamento positivo o aumento de pressão não dependerá da rotação, o que basicamente terá uma eficiência constante.

Para Franco Brunetti (2012) os compressores são divididos em dois tipos básicos, de lóbulos, roots.

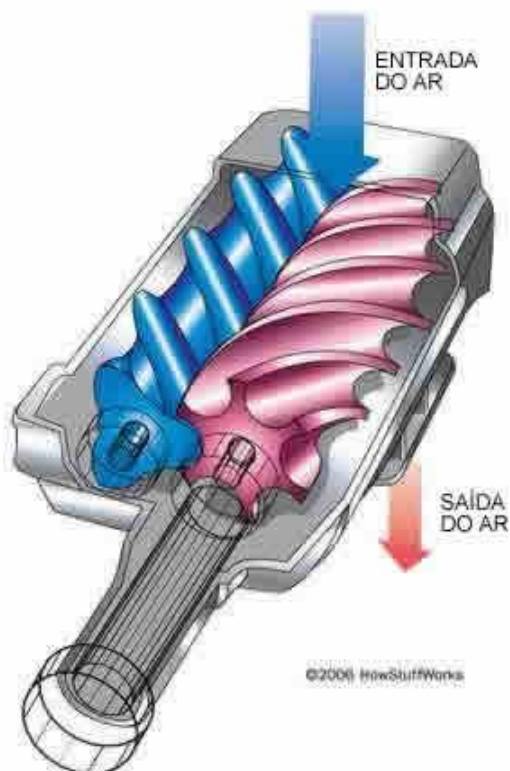
Figura 8 Supercharger



Fonte: Spa Turbo(2016)

Figura 9 Compressor roots

COMO FUNCIONAM OS COMPRESSORES



Fonte: Spa Turbo(2016)

2.12 Considerações sobre o motor turboalimentado

Segundo Franco Brunetti (2012) quando se aumenta a potência em até 20% não é necessária a necessidade de projetá-lo. Acima destes 20% a necessidade de ser revistos os mancais, pistões, lubrificação e arrefecimento.

Para Franco Brunetti (2012) a sobre alimentação tem um propósito basicamente que é o aumento da potência específica do motor, que acaba tendo um aumento da eficiência por razões básicas.

- As perdas mecânicas não aumentam igual ao aumento de potência.
- As perdas de calor não aumentam igual ao aumento de potência.

- Há relação positiva entre o trabalho de admissão e escape.

Segundo Franco Brunetti (2012) a sobrealimentação aumenta as pressões e temperaturas de combustão, portanto exige maior controle da detonação. O uso do turbocompressor implica em diminuição da taxa de compressão.

Para Franco Brunetti (2012) devido ao controle de ponto e mistura, motores turboalimentados tem desempenho equivalente ao naturalmente aspirado de cilindrada maior, porém com menor consumo de combustível

3 METODOLOGIA

3.1 Materiais

3.1.1 Sistema de exaustão

Para Franco Brunetti (2012) Ao aumentar a potência de um motor combustão interna, aumenta-se a vazão de ar na admissão e no escapamento, sendo que de suma importância.

Segundo Franco Brunetti (2012) um sistema onde colete e conduza os gases de forma adequada para fora do sistema, existem requisitos básicos.

- Diminuir ruído causado pelo motor.
- Ter menor perda de potência possível.
- Possuir boa durabilidade.
- Ter baixo custo
- Menor geométrica possível.

3.1.2 Coletor de escape

Segundo Franco Brunetti (2012) o coletor de escapamento deve ser projetado para que tenha mínima contrapressão durante o período de descarga, basicamente o coletor deve ter os ramos separados para cada cilindro.

- Quanto mais curto for os tubos menor será a peça de carga durante o percurso.
- Comprimento dos tubos deve ser de mesmo tamanho, pelo fato de não ter contrapressão diferente entre os cilindros devido ao tamanho diferente.

- O diâmetro do tubo deve ser igual ou levemente superior ao duto do cabeçote afim de não haver contra pressão no sistema.

Figura 10 coletor escape



Fonte (SPA turbo) (2016)

3.1.3 Bomba de combustível

Devido á nova potencia observa-se que será necessária adoção de bomba elétrica de combustível a fim de manter a pressão do combustível estável, e ainda com a substituição do combustível exige uma nova bomba, pois a bomba original mecânica não alcança altas pressões de trabalho e ainda corre risco de estragar pelo fator do etanol oxidar o sistema.

Para este projeto foi adotada uma bomba elétrica do gol GTI o qual tem vazão de 120l/h e pressão máxima de 6 bar em conjunto com um “surge tank” (reservatório de combustível), onde a bomba mecânica envia o combustível para o reservatório, onde a bomba elétrica esta ligada, assim coletando o combustível e passando para o sistema já pressurizado.

Figura 11 Bomba elétrica



Fonte o autor (2017)

3.1.4 Regulador de pressão de combustível

O sistema de bomba elétrica ao ser instalado necessita de um regulador de pressão e sua função é manter a linha de combustível pressurizada, a uma certa pressão desejada.

Deve possuir o diferencial de quando o motor estiver com pressão positiva aumentar a pressão da linha de combustível que deve ser maior afim de evitar o retorno do combustível, pois com sistema de alimentação a carburação se a pressão do turbo foi maior que de combustível, o mesmo não consegue entrar no carburador assim gerando falta de combustível e outros problemas no motor, geralmente com diferenca de 1:1 ou seja com 0,9 bar de turbo a pressão do combustível será de 1,9 bar.

Figura 12 Regulador de pressão de combustível



Fonte o autor (2017)

3.1.5 Válvula wastegate

Segundo Franco Brunetti (2012) costuma-se usar uma válvula limitadora afim de e controlar a pressão do turbo e o excedente retirar do sistema e jogar pra o sistema de exaustão.

Para Franco Brunetti(2012) ela e instalada entre o turbo e o coletor de escape sendo uma passagem dos gases de escape, quando o motor atinge a pressão desejada, jogando assim a pressão excedente fora.

O uso da válvula de alivio e de suma importância pelo fato do turbo não encher máxima pressão, se tal fato ocorrer existe grandes chances do motor quebrar.

Figura 13 Válvula wastegate.



Fonte o autor (2017)

3.1.6 Válvula de prioridade

Quando o motor desacelera a pressão que esta na admissão precisa ser retirada, pois se não for retirada ela ira voltar e desacelerar o compressor bruscamente e conseqüentemente ira danificá-lo devido a parada brusca.

A válvula de alivio funciona através do vácuo gerado na admissão, quando a borboleta fecha e gera vácuo, esse vácuo puxando o pistão da válvula para trás, e conseqüentemente abrindo uma passagem para o ar excedente ir para atmosfera novamente.

Ela também e responsável pelo ruído típico dos motores turbinados, conhecido como espirro.

Figura 14 Válvula de prioridade



Fonte: o autor (2017)

3.1.7 Tampa de pressurização

A Tampa tem função de canalizar e vedar da atmosfera a pressão positiva gerada pelo turbo compressor sendo confeccionada em alumínio.

Figura 15 Tampa pressurização



Fonte (SPA turbo) (2016)

3.1.8 Carburador

O carburador vem desde as décadas de 30 sendo utilizado em larga escala na forma de alimentação de veículos ciclo Otto, foi adotado um carburador original álcool, com banhado a níquel, duplo estagio para o motor.

Figura 16 Carburador



Fonte: O autor (2017)

3.1.9 Manômetro de pressão de turbo

O manômetro de pressão é um equipamento fundamental no funcionamento do veículo, pois com as indicações dele, o motorista consegue monitorar se o turbo está em funcionamento a pressão desejada.

Figura 17 Manômetro de turbo



Fonte: O autor (2017)

3.1.10 Sonda lambda

Segundo Franco Brunetti (2012) A sonda lambda é um sensor que faz a medição da concentração de oxigênio da mistura ar-combustível queimado pelo motor, este sensor é instalado no escapamento.

Para medição do motor foi utilizado um sensor da marca Bosch de banda larga o qual monitora instantaneamente a mistura ar-combustível do motor, para o sistema funcionar com verificação instantânea e necessária um leitor de sonda, o qual foi adquirido da marca Fueltech.

Figura 18 Sonda lambda



Fonte: O autor (2017).

3.1.11 Turbocompressor

Para Franco Brunetti (2012) É um sistema basicamente formado por turbina, eixo e compressor, a função do turbo compressor é receber a energia (entalpia) dos gases de escape.

Fazendo girar o eixo e por consequentemente girar o rotor compressor na outra extremidade fazendo gerar vazão mássica e pressão de ar na admissão do motor.

O rotor do compressor trabalha em rotações muito altas, onde o mesmo é apoiado por um sistema de mancais flutuantes radiais com filme de óleo.

O óleo lubrificante é o mesmo do motor, que vem direcionado pela galeria principal de lubrificante do motor, após lubrificar e arrefecer o sistema o óleo retorna por gravidade para o cárter.

Figura 19 Turbocompressor



Fonte (Master Power) (2013)

3.2 Métodos

Foi utilizado para instalação do turbocompressor Master Power R343 motor 1.4 oriundo do Ford corcel 1, com motorização 1372cm³, curso 77mm X 75,3 mm diâmetro cilindros, 4 cilindros em linha, potência de 76CV a 5400RPM, toque de 11,6 kgf/m a 3600 RPM, com taxa de compressão de 8,2:1 originalmente a gasolina.

O motor foi desmontado e levado até a retífica para medição das folgas internas e avaliação dos componentes.

Após efetuar as aferições o motor recebeu uma retífica geral, troca de pistões e camisas, bronzinas bomba de óleo, anéis, comando de válvulas novos,

Cabeçote e bloco do motor foram aplainados, estavam um pouco empenados, além de todos os parafusos que fixam o virabrequim, bielas e

cabeçote foram substituídos por novos, para evitar problemas futuros, podendo até deformarem plasticamente e causar danos ao motor.

O combustível foi substituído etanol hidratado, pelo fato do mesmo suportar mais pressão sem haver pré ignição do ciclo, carburador de duplo estagio e coletor de admissão, utilizados do corcel II álcool com aquecimento, pois o etanol hidratado tem ponto de ebulição mais alto que a gasolina o qual necessita de aquecimento para vaporizar em baixos regimes. Foi adaptado o novo coletor, soldado a tubulação para condução da água quente ao coletor, além da instalação do novo carburador de duplo estagio.

Foi utilizada válvula termostática que mantém a temperatura do motor constante em 86°C.

Para instalação do turbo compressor foram adaptados flanges e chapas de aço para acoplar entre o turbo e o cabeçote, além de mangueira de lubrificação que deveria ser prensada e canalizada da galeria principal de lubrificante do motor, soldado retorno do óleo para o cárter efetuando solda metal para não haver vazamentos.

A medição foi realizada em dinamômetro de rolos inercial marca Servitec, modelo 2020.

Para instalação do turbo modelo R343 foi necessário a leitura do mapa do turbo fornecido pelo fabricante, e um calculo teórico de vazão mássica e pressão será regulada para 0.9 kgf/cm².

- V= volume deslocado em m³
- RPM= rotação máxima do motor
- Par= peso específico do ar
- Ev= eficiência volumétrica do motor

V= 0.0014m³

RPM=6000

Par=1,22kg/m³

Ev=0.70

Equação 2

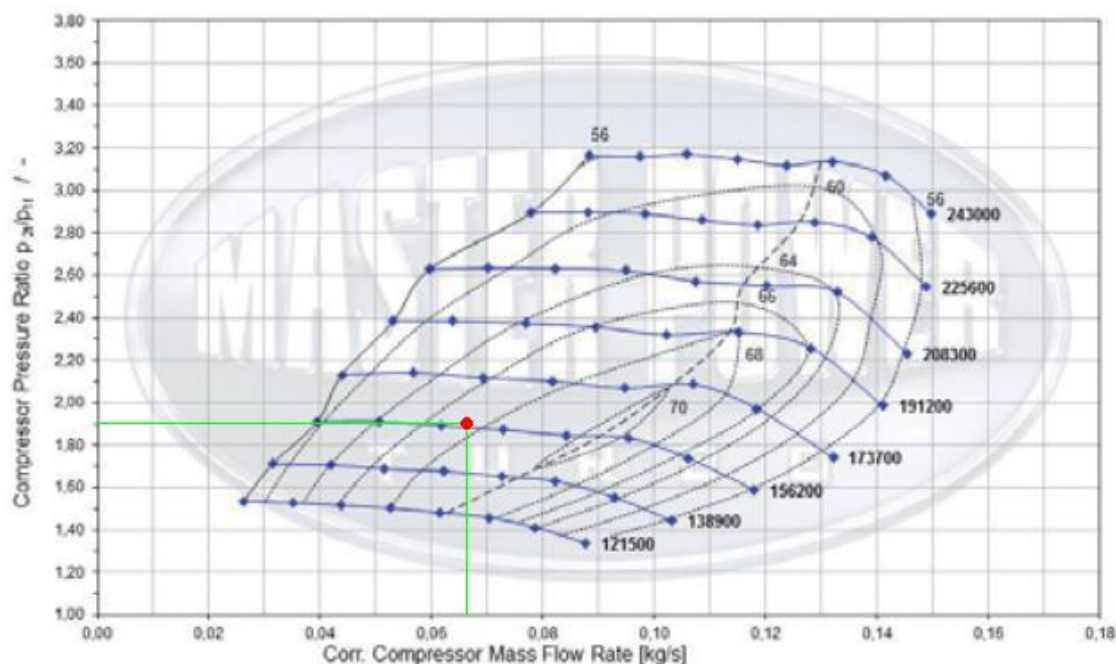
$$M = V \times \frac{6000}{120} \times Par \times Ev$$

Equação 3

$$M = 1,4 \times 0,001 \times \frac{6000}{120} \times 1,22 \times 0,70 = 0,05978 \text{ kg/s}$$

Fonte Danillo Gabriel Nakano (2007)

Gráfico 1 Mapa turbocompressor



Fonte: o autor (2017)

Conforme gráfico acima, foi realizado sua leitura onde o turbo apresenta uma eficiência de 68%, onde sua a pressão e medida absoluta portanto de 1,9 kgf/cm² e sua vazão mássica de 0,059 kg/s conforme cálculo teórico.

3.3 Teste Realizado

Após a instalação do turbo veiculo, foi ligado o motor para verificar o funcionamento, o motor na fase fria apresentou falhas, que era ocasionada pelo fato do motor não aquecer devido não possuir válvula termostática, devido á conversão para o combustível etanol houve problema em pulverizar o combustível, o qual estava condensado o coletor e entrando mistura liquida na

câmara de combustão, ao chegar na temperatura de 86°C o motor funciona perfeitamente sem falhas.

O ponto de ignição foi ajustado para trabalhar avançando de 15° a 29°, as velas de ignição foram utilizadas bp10es NGK, e sua abertura entre pontas ficou regulada em 0,5mm, em altos regimes a pressão interna do cilindro será maior, e as velas tem que ter abertura menor para a centelha ser estável, além das velas tem um grau térmico menor para evitar pré ignição.

O carburador estava com alguns problemas, que foram corrigidos com ajustes e substituições de componentes que apresentavam problemas, devido a estarem por muito tempo parado.

Tabela 1 Leitura sonda

Tipo de Motor	Combustível	Lambda Máxima Potência
Aspirado	Gasolina	0,86 a 0,90
	Alcool	0,84 a 0,86
	Metanol	0,80 a 0,84
Turbo (Baixa Pressão)	Gasolina	0,82 a 0,88
	Alcool	0,80 a 0,85
	Metanol	0,76 a 0,82
Turbo (Alta Pressão)	Gasolina	0,80 a 0,82
	Alcool	0,74 a 0,80
	Metanol	0,68 a 0,78

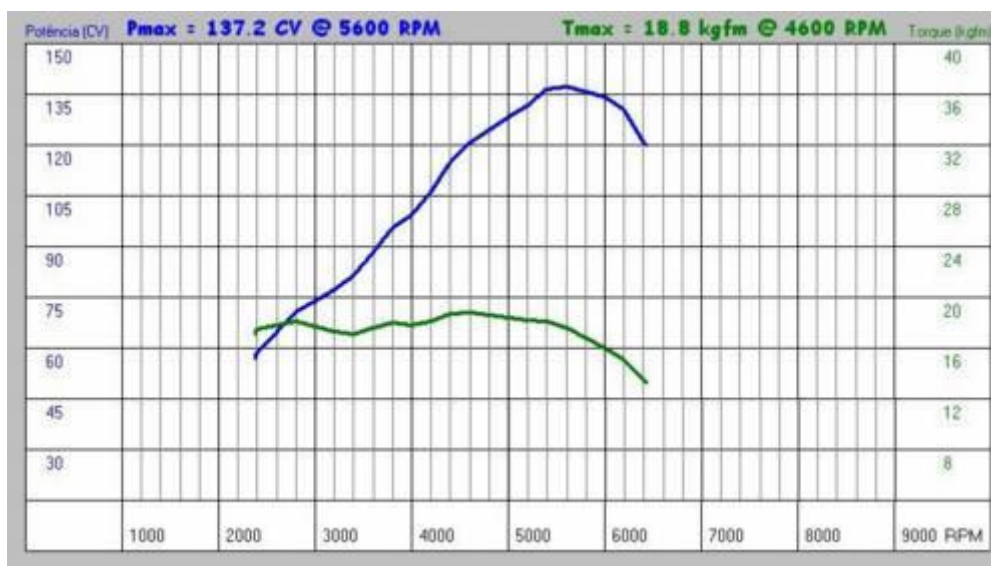
Fonte: hot campinas (2017)

Conforme tabela acima o motor foi regulado com a ajuda de um leitor e uma sonda lambda para melhor regulagem sendo que os valores ficaram dentro do valor que a tabela indica em torno de 0,80 em carga máxima e 0,85 em cargas parciais.

3.4 Resultados

Após realizar uma medição a pressão de 0,9gf/cm², com 0,80 no mostrador da sonda com motor em carga máxima desde o inicio obteve-se o resultado conforme gráfico abaixo.

Gráfico 2 Potência



Fonte: o autor (2017).

Percebe-se ao verificar o gráfico que na curva verde o torque do motor é quase constante saindo das 2500RPM com 17kgf./m e chegando ao seu Máximo em torno de 4400RPM onde apresentou torque de 18,8kgf./m, a potência na curva azul é bem linear onde a 4000RPM apresenta cerca de 100 cv e a 5600 RPM 137.2 cv, observa-se que houve um aumento de potencia em torno de 61,2 cv ou 80,5% .e torque em 7,2kgf./m de torque em 62%.

Calculo de potência específica é igual potência gerada dividida pelo volume deslocado do motor.

Potência específica original:

Equação 4

$$P_{esp} = \frac{76}{1.4} = 54,28cv/l$$

Nova potência específica:

Equação 5

$$P_{esp} = \frac{137.2}{1.4} = 98cv/l$$

Conforme calculo acima nota-se aumento da potência em torno de 43,72cv/l.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após resultados obtidos conclui-se que é possível instalar um turbocompressor em um motor antigo, sendo possível aumento de potência específica, neste estudo a potência passou de 54,28cv/l para 98cv/l onde percebe-se que realmente a adoção de um turbocompressor aumenta significativamente a potência de motores a combustão interna.

5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O trabalho apresentou um grandes resultados em relação á sobre alimentação em motores a combustão interna. A partir deste estudo e possível desenvolver outro estudo sobre o tema apresentado. Sugestões:

- Adoção de injeção eletrônica sequencial, roda fônica, bobinas individuais.
- Intercooler visa diminuir a temperatura do ar de admissão, portanto haverá aumento da vazão mássica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE, Drive. Cálculo de vazões mássicas e volumétricas para motores de combustão interna. **Tabela.** Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B8l8wZz-cav4Nms4QXVfbVI4NEU/view>>. Acesso em: 26 mai. 2017.

MARTINS, Jorge. Motores a Combustão Interna; 2ªed.Porto. Publindustrias, 2006.

PENIDO FILHO, Paulo. Motores de Combustão interna; Belo Horizonte. Lemi. 1983

POWER, Máster. São Paulo, Sp. Disponível em: <<http://www.masterpower.com.br/2013/downloads/cat/catalogos>>. Acesso em 26 mai. 2017.

SPA TURBO, São Paulo, SP, Disponível em<www.spaturbo.com.br>. Acesso em 30 Nov. 2016.

BRUNETTI, Franco. Motores a combustão interna: volume 1 - São Paulo: Blucher, 2012.

BRUNETTI, Franco. Motores a combustão interna: volume 2 – São Paulo: Blucher, 2012.

WIKIPÉDIA, Bloco do motor, Disponível em<https://pt.wikipedia.org/wiki/Bloco_do_motor>. Acesso em 04 Jun. 2017.

RUMO, AUTOPEÇAS. Cabeçote do motor. Disponível em <<http://www.rumoautopecas.com.br/cabecote-do-motor-vw-kombi-fusca-brasilia-motor-1600-carburada-ano-85-em-diante/p>>. Acesso em 04 jun. 2017.

NAKANO, Danillo Gabriel. Estudo sobre instalação de um turbocompressor em automóvel nacional. Disponível em <http://automotiva-poliusp.org.br/wp-content/uploads/2013/02/nakano_danillo.pdf> acesso em 10 mai. 2017.

HOTCAMPINAS. Acerto de valor de lambda com sonda wideband. Disponível em <<http://forum.hotcampinas.com/showthread.php?47651-D%C3%9AVIDA-Acerto-de-valor-lambda-com-sonda-WIDEBAND>>. Acesso em 25 mai. 2017.