CONIC·SEMESP
13º Congresso Nacional de Iniciação Científica
Anais do Conic-Semesp. Volume 1, 2013 - Faculdade Anhanguera de Campinas - Unidade 3. ISSN 2357-8904

TÍTULO: INTEGRAÇÃO E SIMULAÇÃO DO CONTROLE E AUTOMAÇÃO DOS SISTEMAS DO TORQUÍMETRO DINÂMICO

CATEGORIA: EM ANDAMENTO

ÁREA: ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS

SUBÁREA: ENGENHARIAS

INSTITUIÇÃO: FACULDADE DE JAGUARIÚNA

AUTOR(ES): ANDERSON JULIANO TAVARES

ORIENTADOR(ES): HUGO SAKAI

COLABORADOR(ES): LEIRSON DANIEL PALERMO

Realização: SEMESP
Apoio: Anhanguera

FACULDADE DE JAGUARIÚNA

Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
http://www.faj.br – e-mail: engcontrole@faj.br

Relatório técnico

ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Anderson Juliano Tavares Ra – 10902452

Jaguariúna
2013

FACULDADE DE JAGUARIÚNA
Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
http://www.faj.br – e-mail: engcontrole@faj.br

Integração e simulação do controle e automação dos sistemas do torquímetro dinâmico

Anderson Juliano Tavares

RESUMO: O presente estudo objetiva a análise dos dispositivos de medição de torque em eixos girantes disponíveis no mercado para definição da forma geométrica inicial do pré projeto e sua realização em ambiente virtual. Na realização deste estudo se utilizou pesquisa bibliográfica e comparação de similares para definir a melhor estrutura mecânica para o torquímetro, para desenvolver o sistema de aquisição simulando testes com a utilização de controladores lógicos programáveis com o intuito de integrar o sistema. Os resultados do estudo apresentaram o modelo virtual do projeto que atendeu as necessidades solicitadas, porém sua concepção física não foi promovida, onde os testes de aquisição de dados para integração do sistema por meio de controladores lógicos foram postergados para a próxima etapa de desenvolvimento do projeto.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 – Contextualização

Nos dias de hoje, com a evolução contínua da tecnologia voltada ao desenvolvimento sustentável e a economia de energia, o investimento de recursos para aprimorar sistemas capazes de orientar o gasto de energia de forma inteligente e controlada,vem se intensificando cada vez mais, abrindo oportunidades para a aplicação de dispositivos de controle e automação em praticamente todas os setores do mercado.

Sistemas de reaproveitamento de energia e sua transformação para atender as necessidades quotidianas desde os tempos remotos da antiguidade são utilizados. Porém após a revolução industrial e o desenvolvimento de novos dispositivos mecânicos e eletroeletrônicos capazes de proporcionar a geração de dados, sua captação e processamento para a tomada de ações, revolucionou o campo do desenvolvimento tecnológico promovendo a exploração destes recursos de forma sustentável, onde a transformação da energia e sua correta utilização vem se desenvolvendo continuamente.

Um dos pontos existentes de formas de reaproveitamento hoje estudados, o controle do torque de eixos girantes, vem sendo a porta de entrada para a correta distribuição de energia em sistemas híbridos, com auxilio de controladores lógicos programáveis, que processam as informações de forma a gerar ou aplicar a energia acumulada levando como referência o momento torçor do sistema.

Segundo Brito (1992, p.5) como torque em qualquer ponto de um sistema girante, relaciona-se com a potência mecânica disponível neste mesmo ponto, medi-lo em cada

ponto, significa seguir os caminhos do fluxo de energia, determinado-se onde ela está sendo realmente consumida.

Com a medição precisa do torque em diversos pontos de um sistema, pode-se então determinar perdas mecânicas em dispositivos muito complexos como por exemplo em uma laminador ou uma caixa de câmbio, ou em dispositivos tão simples como em um mancal de sustentação de um eixo girante.

1.2 – Problema / hipótese

Com o consumo cada vez maior de combustíveis fósseis e a possibilidade de sua escassez cada vez mais cogitada, novas formas de geração e aplicação inteligente da energia gerada necessitam ser desenvolvidas para um melhor aproveitamento desta ou sua substituição.

Muitos sistemas com eixos girantes não possuem o controle do torque entre o motor e a carga, em função de custos ou complexidade da aplicação, não sendo aproveitado o potencial de geração de energia existente neste tipo de processo.

Com o desenvolvimento de um torquímetro dinâmico e a aquisição de dados estabelecida, como será executado o controle e distribuição das ações promovidas pelo controlador lógico programável?

Com o advento deste estudo, a distribuição da energia armazenada poderá ser direcionada para o momento de necessidade do sistema, sendo utilizada de forma mais inteligente e oportuna.

1.3 – Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é o desenvolvimento de um torquímetro dinâmico, seu sistema de aquisição de dados e o controle das informações obtidas.

1.4 – Objetivo específico

Integração e simulação do controle e automação do torquímetro dinâmico para o melhor aproveitamento da energia gerada pelo eixo girante, distribuindo de forma inteligente a energia no momento certo da operação.

1.5 – Objetivo pessoal

Desenvolver um torquímetro dinâmico com aplicabilidade em bancadas de testes para simulações ou calibrações de sistemas girantes, utilizando todos os conceitos interdisciplinares obtidos, desenvolvendo a capacidade do pesquisador ao logo do estudo dos elementos envolvidos.

1.6 – Justificativa

De acordo com Brito (1992, p.6), o torque é uma importante referência para análise de processos dinâmicos, não apenas em um campo específico da engenharia, mas em qualquer sistema onde haja conversão ou transferência desta através de elementos mecânicos e dispositivos eletroeletrônicos.

Em sistemas girantes a medida do torque do eixo é fundamental para a avaliação da distribuição da energia ao sistema, onde é possível avaliar a fadiga dos materiais envolvidos, a correta distribuição de forças e a geração de energia.

Os sistemas de medição de torque em dispositivos girantes disponíveis no mercado são de custo considerável, a importância desta pesquisa se justifica em função da necessidade do desenvolvimento de um sistema de baixo custo e pequena margem de incerteza de erros e aproximações de medidas.

1.7 – Revisão Teórica

A aplicação da análise de torque em dispositivos girantes com o advento da máquina a vapor nos anos de 1700, inspirou o físico francês Gaspard de Prony (1755 – 1839) a desenvolver o freio de Prony, que consiste em um eixo acoplado a uma polia, que ao girar em contato com um cabo ou fio (onde uma de suas extremidades possui um peso e na outra um elemento elástico mecânico acoplado a uma escala) onde este, sofre um efeito de frenagem que é demonstrado na deformação do sistema elástico sendo mensurado pela escala. Este foi o primeiro sistema de medição de torque dinâmico desenvolvido e perdurou por dezenas de anos sendo até hoje utilizado.

Em meados de 1877, Sir William Froude (1810 - 1879), um engenheiro naval inglês iniciou trabalhos de frenagem de rotores com a utilização de aplicação de água no circuito hidráulico do estator, com a tendência da carcaça cheia do líquido em girar no mesmo sentido de rotação do eixo, o engenheiro analisou e verificou que esta reação da carcaça é proporcional ao torque do eixo girante sendo possível medi-lo.

O físico francês J.B.L. Foucault (1819 – 1869), iniciou trabalhos relacionados a confecção de um freio que atuasse com a utilização de correntes parasitas, onde apenas em 1928, foi possível elaborar um protótico e executados testes onde, neste sistema a indicação do torque é feita através da leitura em uma escala previamente calibrada em função da monitoração da tensão e corrente necessárias para a frenagem do eixo girante.

De acordo com Portnoi (2008), em 1856, William Thonpsom, conhecido como lord Kelvin, apresentou analises envolvendo variações nas resistências elétricas de cobre e ferro quando submetidos ao estresse. Com a utilização dos conceitos de Kelvin, P.W.

Bridgman em 1923 iniciou aplicações práticas para realização de medições através de resistências elétricas. Entre os anos de 1937 a 1939, Eduard Simmons e Arthur Ruge trabalhando separados um do outro, porém com a mesma inspiração, utilizaram pela primeira vez fios metálicos colados à superfície de um corpo de prova para medida de deformações sofridas pelo material.

Esta experiência deu origem aos extensômetros que são utilizados hoje, que acoplados a eixos girantes em sua parte elástica, transmitem sinais que demonstram a deformação do material, agindo como transdutores. Segundo Brito (1994) sua utilização para medida de torque traduz o que há de mais preciso em relação a incerteza de erros.

2.0 – Descrição

2.1 – Macro visão do estudo do Trabalho de Conclusão de Curso

Utilizar todos os conceitos estudados para pesquisar, projetar e desenvolver um torquímetro dinâmico de custo acessível para utilização em bancadas de testes inicialmente e depois em ambientes industriais a medida de seu desenvolvimento e aplicação. Utilizar este elemento sensor como porta de entrada para controladores lógicos programáveis com o objetivo de definir o torque existente no sistema e com este, avaliar a melhor a distribuição da energia em relação ao esforço presente no processo com o intuito de economizar o potencial existente na operação.

2.2 – Micro visão das atividades

O projeto de construção do torquímetro dinâmico está dividido em duas partes fundamentais, o desenvolvimento mecânico do dispositivo, sua analise e aprovação e o desenvolvimento do sistema eletrônico capaz de executar a leitura da torção do processo. Nos esquemas abaixo estão demonstrados os itens de forma sequencial as etapas de desenvolvimento do projeto, presentes nas Figuras 1 e 2.

Desenvolvimento mecânico

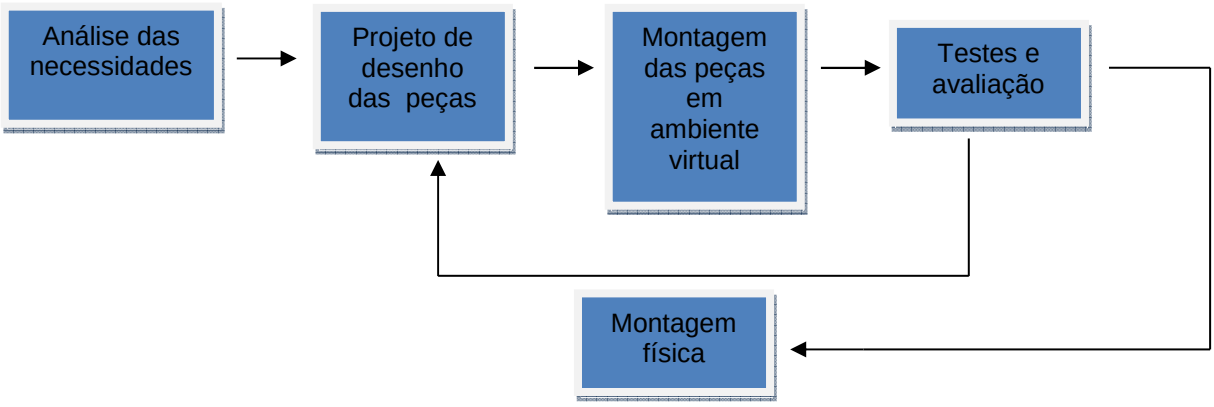


Figura 1 – Esquematização do desenvolvimento do projeto

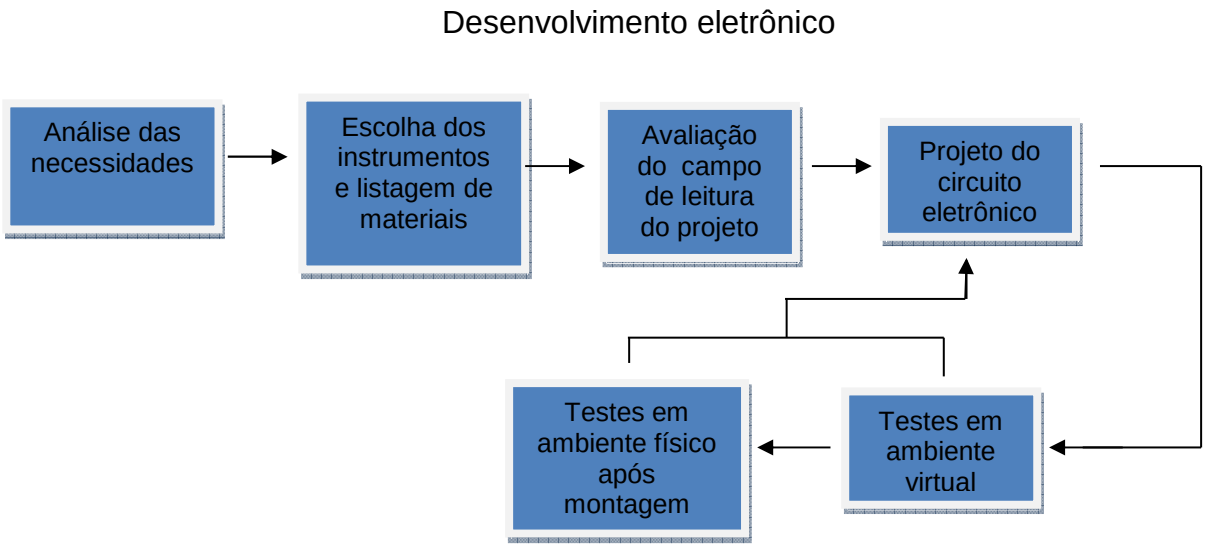


Figura 2 – Esquematização do desenvolvimento do projeto – Torquímetro dinâmico

Após a elaboração dos processos descritos acima, a integração dos sistemas para a análise do funcionamento do conjunto será promovida, onde testes simulatórios serão realizados com o auxílio da montagem de uma bancada especifica, contendo um motor, o elemento sensor acoplado ao eixo girante e uma carga para analise dos resultados de forma criteriosa. Com o controle e automação dos elementos mecânicos e eletrônicos, as informações coletadas pelo sistema de aquisição de dados serão transferidas para as entradas do controlador lógico programável, onde será promovida a distribuição de forma inteligente do gasto de energia do processo.

2.3 – Fundamentação teórica

A pesquisa bibliográfica demonstrou 3 tipos básicos de sistemas que compõem os dispositivos de mediação de torque em elementos girantes que estão classificados em:

- Sistemas de absorção;
- Sistemas de reação;
- Sistemas de transmissão.

2.3.1 - Sistemas de absorção

A carga aplicada ao eixo pode ser substituída por um dinamômetro onde a energia contida no eixo é totalmente absorvida pelo dispositivo e convertida em calor, por atrito (como é o caso dos freios) ou energia elétrica dissipada em cargas resistivas (como é o caso dos eletrodianamômetros).

Um exemplo clássico deste sistema é o freio de Prony demonstrado na Figura 3.

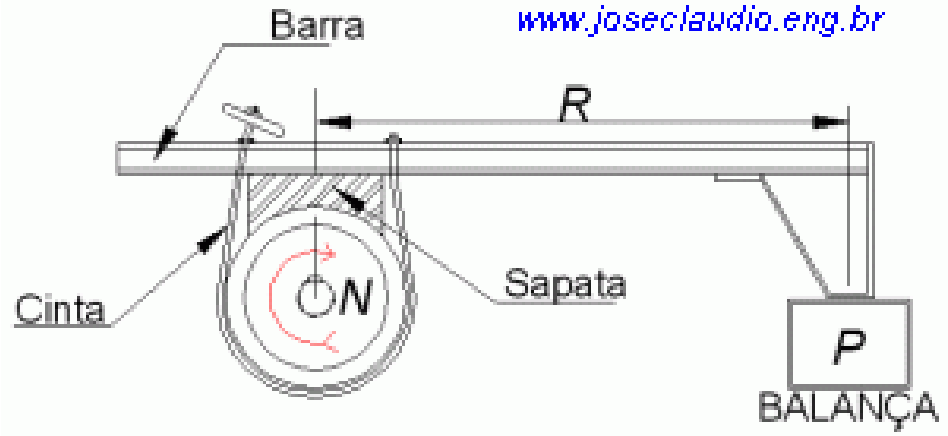


Figura 3 – Freio de Prony – Fonte (PEREIRA, 1999)

2.3.2 – Sistemas de reação

Este sistema se baseia no principio da reação da carcaça ou da base de fixação de um elemento gerador de energia mecânica (como motores elétricos, motores a combustão e etc), esta reação é proporcional ao torque disponível no eixo. A Figura 4 demonstra um exemplo de sistema de reação.

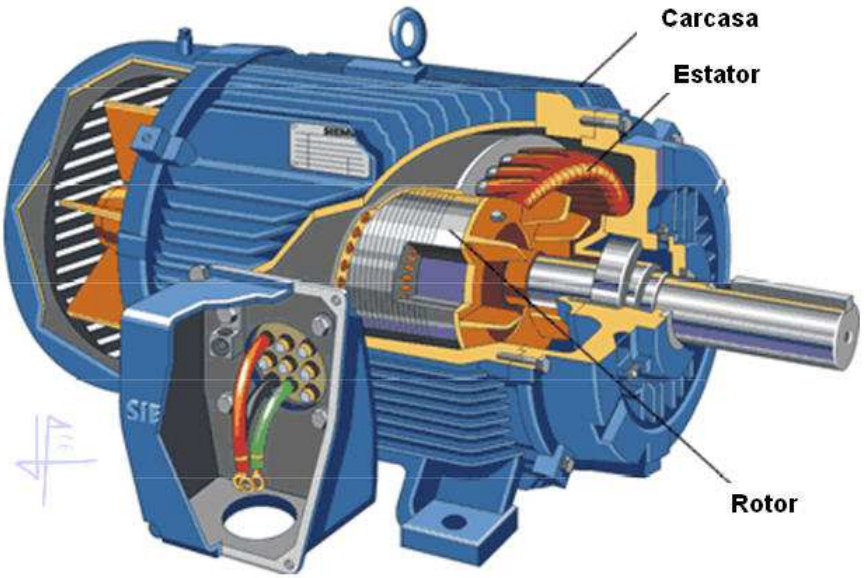


Figura 4 - Motor elétrico – Fonte (PAULO,2012)

2.3.3 – Sistemas de transmissão

Este sistema de medição não necessita absorver a energia do eixo e sim o torque nele aplicado. A aplicação dos dispositivos para a medição do torque devem ser acoplados

entre o eixo do motor e a carga do sistema, para uma leitura mais precisa. Um exemplo típico é o torquímetros de resistência elétrica, muito utilizados nos dias de hoje em função de sua eficiência.

Segundo Brito(1994), este tipo de transdutor tem possibilidade de operar continuamente em sistemas girantes, podendo responder de forma dinâmica a esforços de torque variáveis em condições reais de operação.

O sistema de transmissão por suas características é o mais indicado ao projeto proposto, onde neste estudo receberá enfoque direcionado.

2.4 – Transdutores

São dispositivos que transformam um determinado tipo de energia em outro, utilizando para isto um elemento sensor.

A Figura 5 demonstra a tradução de informações não elétricas em informações elétricas.

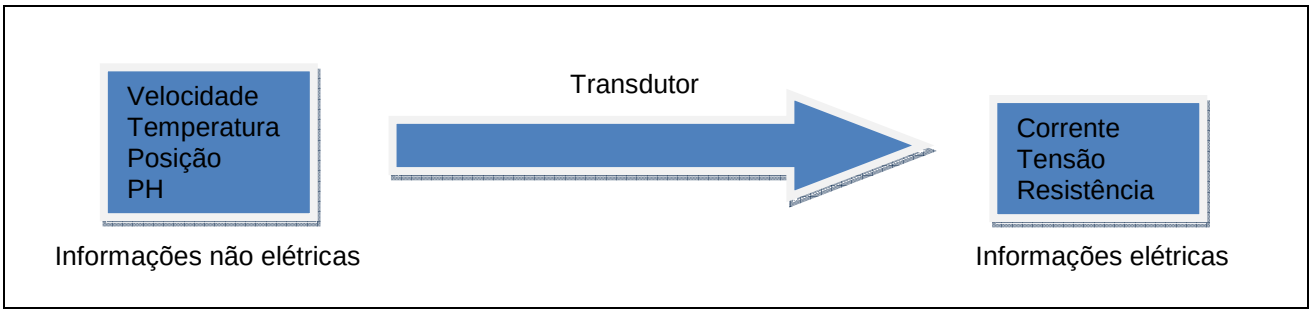


Figura 5

2.5 – Extensômetros de resistência elétrica

Possuem grande eficiência de medida de torque em eixos girantes, onde a medição é executada através da captação da deformação do eixo (elemento mola). Isto se deve aos extensômetros colados no ponto de deformação máxima do eixo a 45°, interlidados em uma ponte de Weatstone. O mínimo de deformação do eixo é transformado em informações elétricas com incerteza de erro aceitável e relativamente pequena. A Figura 7 demonstra o diagrama de blocos de um torquímetro girante com extensômetros de resistência elétrica.

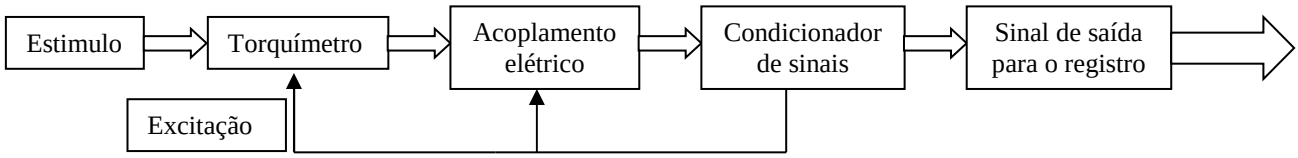


Figura 7

2.6 – Funcionalidade e aplicabilidade

O sensor de torque dinâmico terá como funcionalidade a captação do torque existente em eixos girantes entre o motor e a carga, como um transdutor, transformando a energia potencial existente no eixo principal do sistema em sinais elétricos, que alimentarão as entradas do controlador lógico programável. Isto será possível devido a movimentação de duas flanges ligadas entre si por molas, onde sob esforço do eixo ocorrerá a deformação elástica destas, acionando o movimento de uma capa (anel), que estará se deslocando axialmente frente a um sensor ótico de barreira, que perceberá este movimento tanto positivamente como negativamente, onde este enviará os sinais elétricos para seu condicionamento na placa eletrônica e posteriormente para o controlador lógico programável.

As aplicações do dispositivo são amplas, desde pequenos experimentos em bancadas para teste a controles de torque de motores de navios com relação as hélices (carga). Inicialmente será aplicado em bancada de testes para calibrações de torque de sistemas de pequeno e médio porte, porém o projeto contempla a utilização do elemento sensor em eixos de veículos híbridos, com a intenção de controlar de forma inteligente o gasto e a geração de energia, para a redução do consumo de combustíveis fósseis.

2.6 – Controlador lógico programável

O primeiro controlador lógico programável (CLP) foi desenvolvido em 1968 pelo engenheiro Richard Morley, devido a necessidade de melhoria no tempo de montagem da divisão Hydronic da General Motors.

Desde seu surgimento, foi evoluindo ao logo dos anos, melhorando sua velocidade de processamento, com inclusão de blocos lógicos complexos de entradas e saídas, sendo hoje, um dos equipamentos mais solicitados de toda a industria manufatureira.
Atualmente existe uma preocupação em padronizar os protocolos de comunicação para os CLPs de modo a proporcionar que o equipamento de um fabricante “converse” com outro de fabricante diferente, assim como controladores de processos, sistemas supervisórios, redes internas de comunicação e etc. Tudo isto com o fim de proporcionar maior integração da automação e gerenciamento para o desenvolvimento de plantas mais flexíveis fruto da globalização intensa.

Algumas vantagens analisadas sobre o uso de controladores lógicos programáveis em qualquer tipo de ambiente de projeto são:

- Ocupara espaço reduzido;
- Não requerem grandes potências elétricas;
- Sempre podem ser reaproveitados ou reutilizados;
- São programáveis, permitindo alterações nos parâmetros de controle;
- Apresentam interface de comunicação com outros CLPs e computadores de controle;
- Manutenção fácil e rápida.

Segue abaixo principio de funcionamento de um controlador Lógico programável demonstrado no diagrama de blocos da Figura 8.

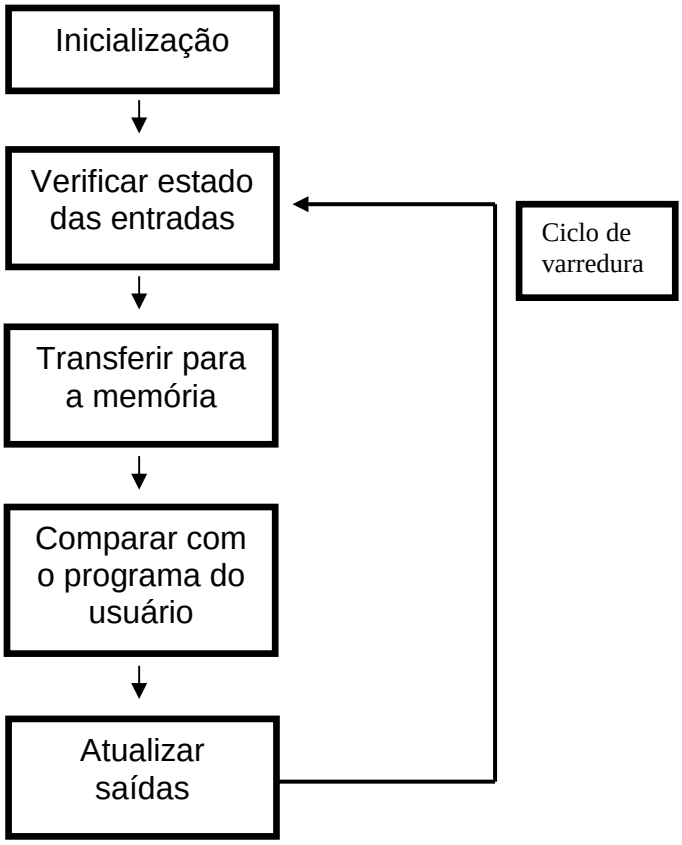


Figura 8 – Diagrama funcional – Fonte (Antonelli, 1998)

Os controladores lógicos programáveis são classificados como multifuncionais, possibilitando o processamento de sinais digitais, analógicos e seriais, presentes na maioria das aplicações industriais.

Podem ser utilizados para aquisição, armazenamento e compartilhamento de dados, controle de processos, controle de motores, lógica de intertravamento e segurança.

2.7 – SENSORES INDUTIVOS

Segundo Lima (2001), o sensor indutivo é um dispositivo eletrônico que detecta a presença de metais. Estes dispositivos foram introduzidos na década de 1960 e têm rapidamente substituído as chaves mecânicas, especialmente em ambientes sujos ou molhados.

Os modelos de sensores indutivos, também conhecidos como sensores de proximidade, usam um campo magnético que é afetado por metais presentes nas proximidades. Quando o metal está presente, circuitos eletrônicos detectam as mudanças de campo e enviam um sinal que pode ser usado para operar outras máquinas.

O efeito do metal em um campo magnético é chamado de efeito de indução, e um sensor usa um loop de indução. A Figura 9 demonstra os sensores utilizados em nosso projeto.

Figura 9 – Fonte(LIMA, 2001)

2.7.1 – SENSORES ÓPTICOS - CLASSIFICAÇÃO

São Sensores cujo funcionamento baseia-se na emissão de um feixe de luz, o qual é recebido por um elemento foto-sensivel, basicamente são divididos em três sistemas: Barreira, Difusão e reflexão.

2.7.2 - FUNCIONAMENTO

Baseia-se na interrupção ou incidência de um feixe luminoso sobre um fotorreceptor, o qual provoca uma ação (comutação) eletrônica. A emissão de luz é proveniente da emissão de raios infravermelhos.

Para conseguir-se máxima eficiência a luz é modulada ou pulsada a uma frequência máxima de 1,5 kHz, frequência que será interpretada por um receptor óptico sincronizado a essa frequência o que imuniza o sistema de interferências da recepção luminosa ambiente.

2.7.3 - APLICAÇÕES

Além das aplicações habituais, como contagem de peças, proteção do operador, etc, o sistema pode trabalhar com emissão de luz visível, para sistemas de alarme tanto em ambientes internos quanto externos, formando uma barreira que ao ser interrompida,pode causar diversos acionamentos no sistema.

Os tipos reflectivos ou por difusão são comumente utilizados onde um espelho ou a própria peça a ser detectada reflete os raios infravermelhos. Evidentemente que as peças não poderão ter suas superfícies opacas.

Os sensores ópticos pelo sistema a de barreira, possuem um alcance maior que os reflectivos,chegando a distancias de até 200 metros, enquanto os reflexivos e por difusão a apenas 10 metros.

2.7.4 – SISTEMA POR BARREIRA

É um sistema formado por sensores alinhados, ou seja, o dispositivo emissores de luz colocado e alinhado ao receptor. A Figura 10 demonstra o diagrama de blocos do dispositivo.

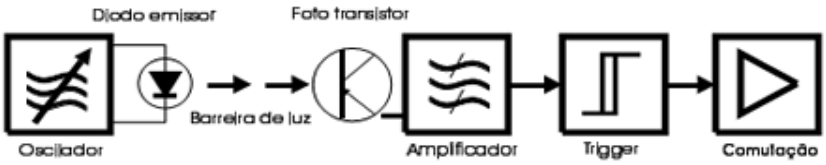


Figura 10 – Fonte (MECAWEB)

2.7.5 – SISTEMA REFLEXIVO

É um sistema formado pelo dispositivo emissor de luz e dispositivo receptor montados no mesmo conjunto, neste caso o feixe de luz emitido é refletido em uma superfície refletora e retorna ao ponto de origem atingindo o dispositivo receptor que está ao lado do dispositivo emissor como demonstrado pela Figura 11 no diagrama de blocos a seguir.

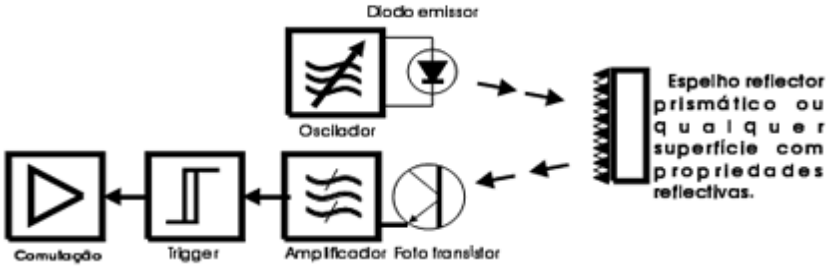


Figura 11– Fonte (MECAWEB)

2.7.6 – SISTEMA POR DIFUSÃO

No sistema por difusão demonstrado na Figura 12 os elementos de emissão e recepção infravermelhas estão montados justapostos em um mesmo conjunto óptico, direcionados para a face sensível do sensor.

Os raios infravermelhos emitidos pelo transmissor, refletem sobre a superfície de um objeto e retornam em direção do receptor,a uma distância determinada (distância de comutação), que provoca o chaveamento eletrônico, desde que o objeto possua uma superfície não totalmente fosca.

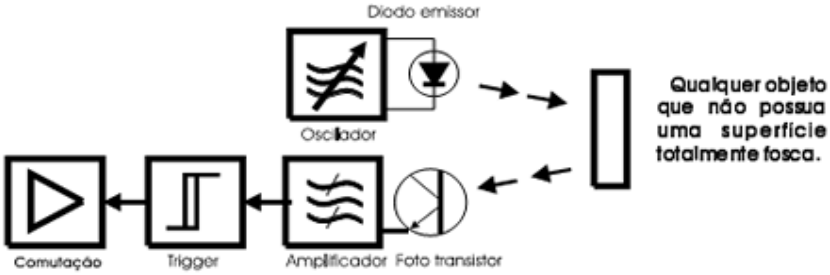


Figura 12 – Fonte (MECAWEB)

2.7.7 - SISTEMA POR DIFRAÇÃO

Neste sistema os elementos de emissão e recepção infravermelhas estão montados justapostos como demonstrado na Figura 13 em um único conjunto óptico, direcionados para um prisma e retornam em direção do receptor.

Quando este prisma é mergulhado em qualquer liquido translúcido, os raios infravermelhos se dispersam, desviando assim a sua trajetória ocasionando uma comutação eletrônica.

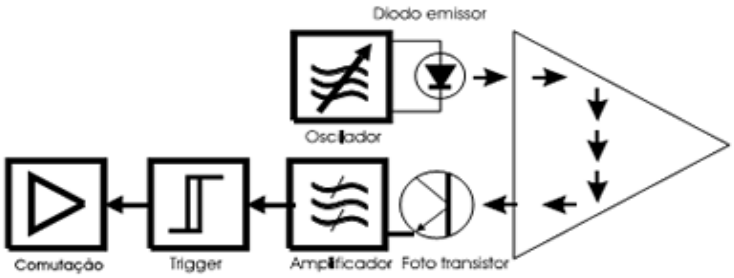


Figura 13 – Fonte (MECAWEB)

3.0 - Metodologia

Para o desenvolvimento do estudo do projeto, utilizou-se a análise situacional de mercado para verificação do tema do projeto, onde, uma problemática relacionada ao desenvolvimento de uma torquímetro dinâmico de baixo custo foi a fonte de inspiração para as pesquisas bibliográficas, que iniciam o processo de levantamento de informações necessárias para o desenvolvimento da ideia.

3.1 – Análise de necessidades

Com as necessidades voltadas para a economia de energia, o pensamento inicial de produzir um dispositivo de medição de torque em eixos girantes onde a distribuição de energia de forma inteligente será realizada por um controlador lógico programável, foi

elaborada uma pesquisa de campo simulatória para verificar a opinião pública sobre o tema proposto, onde, como exemplo o dispositivo instalado em um motor hibrido de um carro.

No total 106 pessoas de diversas áreas participaram do questionário e o resultado foi positivo onde 87% dos entrevistados acreditaram na viabilidade do projeto, sendo que 88% demonstraram interesse em adquirir o projeto por suas funções de economia de energia e 94% investiriam de 1 a 3% do valor total do carro para adquiri-lo.

O Anexo 1 do relatório demonstra o formulário utilizado e também as tabelas e planilhas comparativas dos resultados obtidos.

3.2 – Análise de similares

Com o pensamento voltado em um modelo de transdutor para fixa-lo entre o eixo do motor e a carga, alguns modelos da empresa HBM serão analisados como referencia para o desenvolvimento do projeto. Na Figura 14, está demonstrado o transdutor T20WN – eixo de medição de torque.

Figura 14 – T20WN – Fonte (HBM,2010)

Este transdutor é capaz de executar medições estáticas e dinâmicas de torque com velocidade de rotação e anglo rotação. Desenvolvido para ser utilizado em laboratórios de controle de qualidade para inspeção de testes e calibragens.

A eletrônica incorporada com um sinal de saída de ±10 V com redução na cadeira de mediação. A faixa de medição de torque admitida é de 0,1 a 200 Nm, podendo operar a 10.000 RPM com frequência de 5 a 65 HZ.

Outro modelo analisado com potencial para receber qualquer amplificador de sinal é o T5, um transdutor com eixo mais robusto para fixações que exijam mais do dispositivo no momento torçor. A Figura 15 demonstra o modelo.

Figura 15 – T5 - Fonte (HBM,2010)

A eletrônica incorporada com um sinal de saída de ±0,5 a 12 V com redução na cadeira de mediação. A faixa de medição de torque admitida é de 10 a 200 Nm, podendo operar a 5.000 RPM com frequência de 5 a 65 HZ.

Porém um modelo da HBM chama a atenção pela tecnologia incorporada ao transdutor, o modelo T12 possui todos os itens necessários para a captação, analise e transferência de sinais. Possui conexão direta por interfaces fieldbus (redes de comunicação de campo). Este sistema, pode ser conectado a qualquer CLP, otimizando sua instalação. A figura 16 demonstra o modelo inovador.

Figura 16 – T12 - Fonte (HBM,2010)

Este modelo não possui um eixo para medição de torque, porém o mesmo pode ser acoplado na flange central onde a deformação ocorrerá no sistema interno do transdutor, transferido pelo momento torçor presente no eixo girante. Capaz de medir de pequenas amplitudes até grandes valores, sua margem de frequência de mediação é de 0 a 6000

HZ. Pode medir torque de 100 a 10kNm em 3 versões do transdutor, onde pode atingir velocidade de funcionamento de 18.000 rotações por minuto.

O modelo mecânico deste dispositivo chamou atenção pelo alto grau de tecnologia envolvido, porém, a ideia matriz de medição de torque por flange e um elemento elástico entre elas despertou a analise de outro similar.

3.2.1 - Flange de medição T10FH

Este dispositivo foi desenvolvido pela HBM para medição de torques de alto valor nominal como 300kNm, utilizadas em grandes instalações de bombas petrolíferes, ou em eixos de rotores propoulsores de grandes navios. Aplicada também em bancadas de testes de equipamentos para calibração e desenvolvimento de materiais. A Figura 17 demonstra o transdutor mais robusto da HBM.

Figura 17 – T10FH - Fonte (HBM,2010)

A medição de torque é executada com o movimento contrário das partes da flange, onde no centro um dispositivo com extensômetros capta os valores da deformação do movimento, sendo transmitido em tempo real o sinal onde este será amplificado e posteriormente utilizado como referência. Este dispositivo chamou a atenção não pelo seu desenvolvimento eletrônico e sim pela sua forma geométrica mecânica, sendo compativel em menor escala a pretensão deste estudo.

3.2.2 - Flange de torque TPH

Com o intuito de comparar similares de outros fabricantes com o mesmo principio de construção mecânica, o fornecedor Kiowa foi explorado onde dentre muitos produtos o transdutor TPH demonstrou caracteristicas favoraveis ao estudo de sua estrutura de construção. Figura 18 demonstra o modelo de flange de torque TPH – Kiowa.

Figura 18 Fonte (KIOWA,2012)

Neste projeto, o transdutor pode detectar torção correspondente ao torque e converte-lo em tensão. Após a amplificação do sinal, a tensão é digitalizada e transferida como um sinal óptico para o lado estacionário através de diodos emissores de luz.

O sinal digital é convertido e transferido para um sinal analógico para a execução da medição do binário. A velocidade de rotação que pode chegar a 10.000 RPM transferida opticamente, onde também permite a medição simultânea de torque.

Seu range de medição de torque opera na faixa de 500 Nm a 50kNm dependendo do modelo e da aplicação desejada. Potência nomimal: ±10v ±0,02 v e resistência a carga: ± 8 mAv ± 0,02 mA.

3.2.3 - Discussões

A análise dos dispositivos T20WN e T5, inicialmente traduziam a ideia e forma para o desenvolvimento do pré-projeto, porém a dificuldade de acoplar um dispositivo desta natureza entre o motor e a carga em modulos já existentes direcionaram a escolha de outro modelo para comparativo.

A análise dos dispositivos T10FH (HBM) e TPH (KIOWA) demontraram um novo horizonte dentre todos os demais transdutores para o início do desenvolvimento do pré-projeto, onde o sistema de captação de sinais pode ser desenvolvido utilizando o deslocamento contrário de flanges unidas por um elemento elástico, onde este deslocamento mecânico deve ser captado e transformado em valores elétricos.

O fator de acomplagem deste tipo de modelo oferece uma gama maior de inserção aos sistemas motor, eixo e carga de forma atender a necessidade do projeto em seu desenvolvimento geométrico.

3.3 – Ferramentas utilizadas

Duas ferrramentas foram utilizadas para a preparação da elaboração do projeto preliminar,são elas:

- Diagrama de blocos;
- Mapa da mente;

3.3.1 – Diagrama de blocos

O projeto foi dividido em duas partes para ser melhor visualizado onde a parte mecânica está representada pelo diagrama exemplificado na figura 1 e o diagrama elétrico na figura 2.

3.3.2 – Mapa da mente

Esta ferramenta demonstrou o caminho para analise global do desenvolvimento do torquímetro dinâmico onde segue a demonstração na Figura 19.

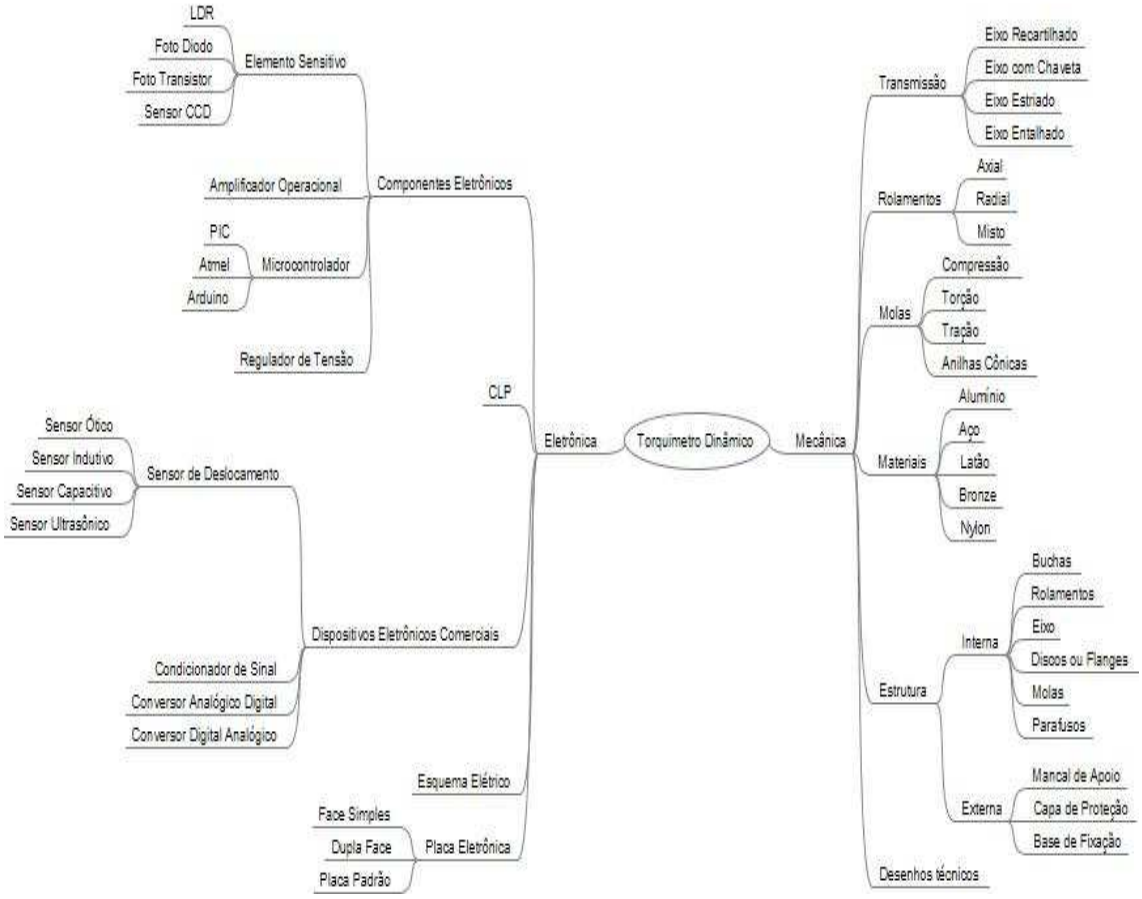


Figura 19 – Desenvolvimento do mapa da mente

3.3 – Elementos de Hardware e Software

Com a análise inicial dos similares para o desenvolvimento do projeto mecânico, iniciou-se o estudo da estrutura do torquimetro levando-se como base o a pesquisa realizada com flanges, onde desenhos foram realizados para a aplicação de um elemento elástico, onde molas foram acopladas a estrutura.

Na Figura 20 está demonstrado as duas flanges em contato, unidas pelo eixo central e pressionadas por 3 molas que comprimem devido o esforço do eixo girante, deslocando a capa externa sobre a margem de captação do sensor óptico de barreira, que percebe a movimentação do elemento.

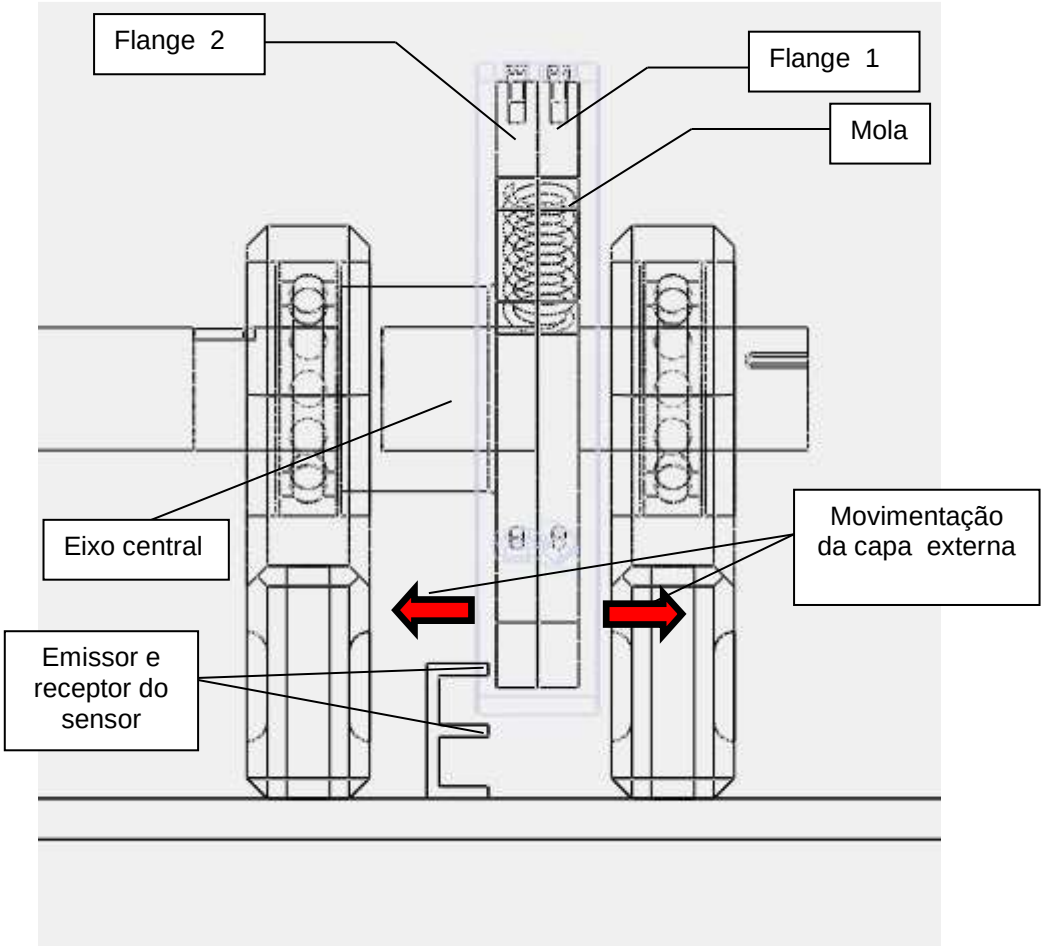


Figura 20 – Esboço inicial do pré-projeto

O sensor óptico de barreira possui capacidade de percepção de 9 mm, sendo, sendo 4,5 mm considerados como movimento positivo e 4,5 mm como movimentação negativa.

O deslocamento axial da capa externa ocorre devido a movimentação contrária dos flanges devido ao momento torçor do sistema.

No Anexo 2, está demonstrado o desenho do flange 1 desenvolvido para alojar três molas que exercerão o trabalho elástico no sistema. O projeto físico do flange ainda não produzido devido o seu estudo ter excedido o tempo planejado.

No Anexo 3, está demonstrado o desenvolvimento do flange 2, onde o alojamento do eixo central pode ser visto em detalhes.

O sistema de aquisição de dados está sendo estudado para a utilização de um sensor óptico de barreira onde a capa externa após deslocamento axial, atravessará o feixe de luz emitido pelo emissor onde o receptor perceberá a distância de deslocamento, sendo esta convertida em sinal elétrico, condicionada por uma placa eletrônica e alimentará as entradas do controlador lógico programável, que indicará 3 estados para as saídas como demonstrado na Figura 23:

- L1- Lâmpada ligada;
- L2- Consumo de energia;
- L3 – Reaproveitamento de energia.

Para análise visual dos resultados está em estudo um software com gráficos de torque para demonstração das oscilações e variações dos resultados durante o processo de operação.

Uma bancada de testes está sendo planejada para a execução de testes iniciais como demonstrado na Figura 21, onde será acoplado um eixo com um pneu de moto para analises iniciais.

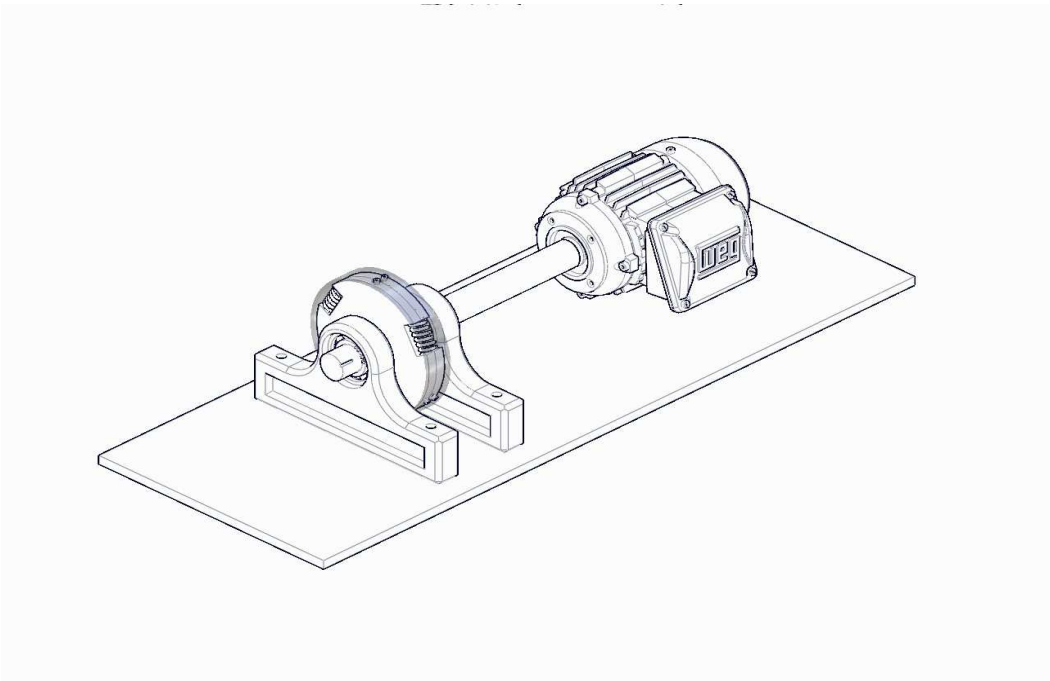


Figura 21 – Esboço da bancada de testes

Segue abaixo esboço inicial do esquema elétrico do sensor de torque dinâmico exemplificado na figura 22.

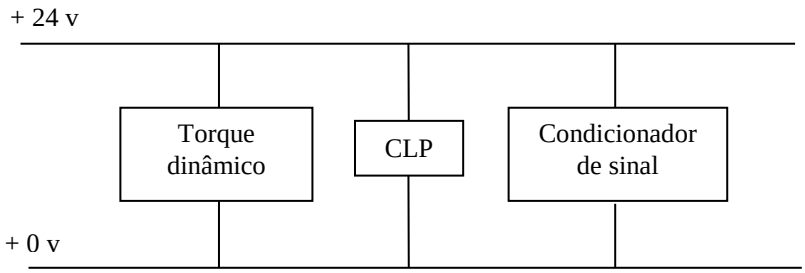


Figura 22

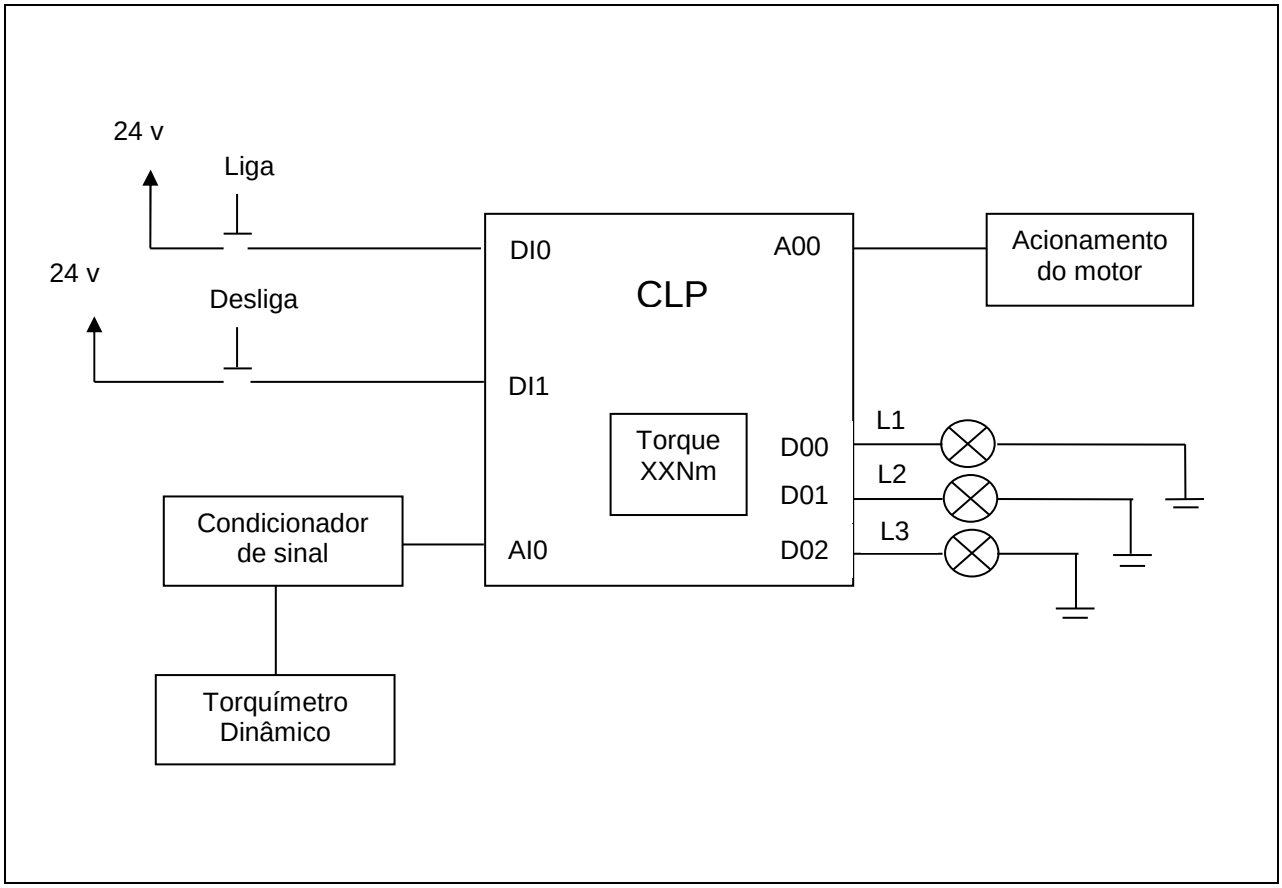


Figura 23 – Demonstração inicial do esquema elétrico que está sendo desenvolvido

3.4 – Desenhos preliminares

Torquímetro dinâmico em corte para demonstração dos mancais, eixo, flanges e capa externa desenvolvido para o inicio dos trabalhos de usinagem demonstrado na Figura 24.

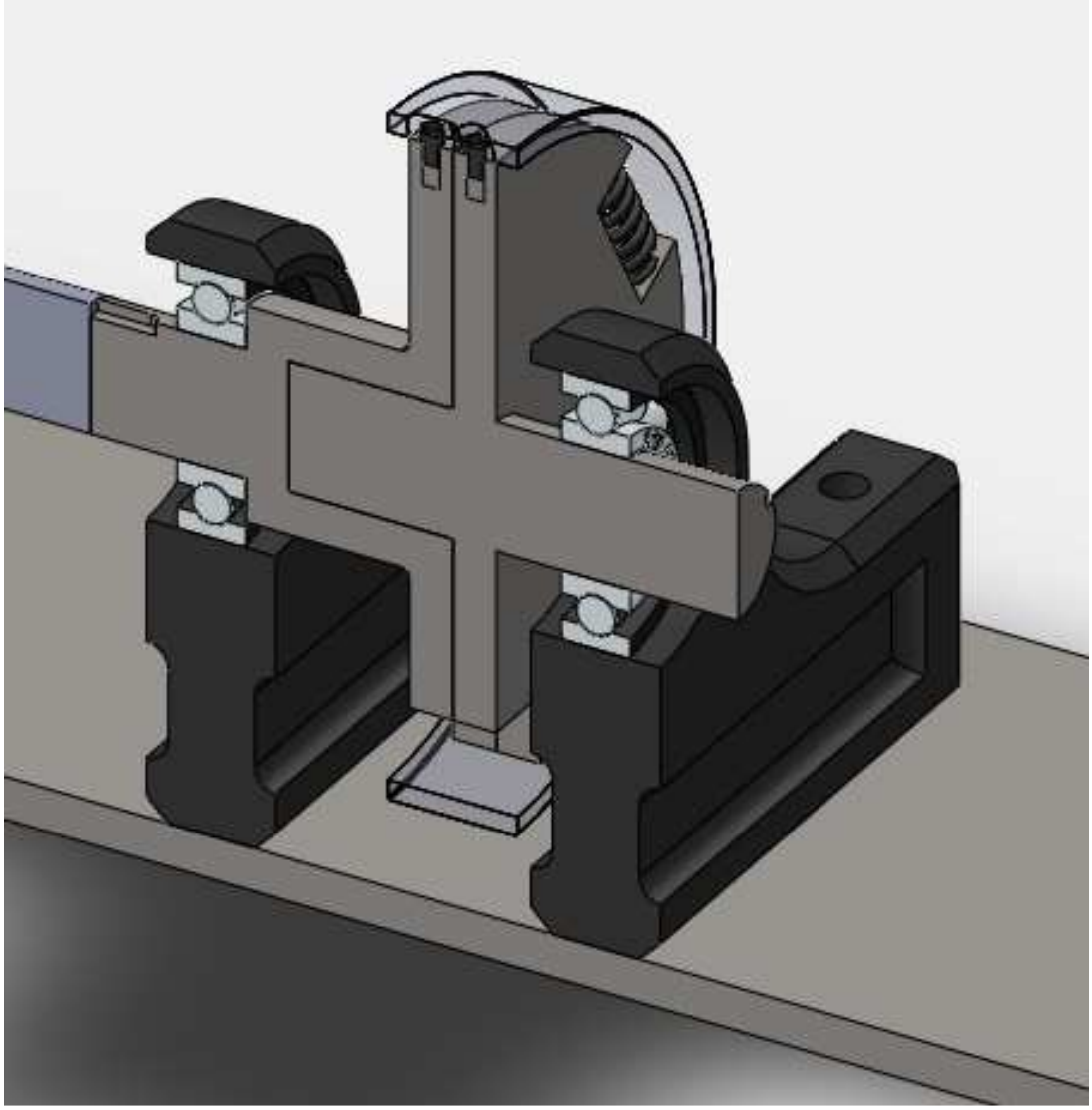


Figura 24

Para facilitar a montagem, o desenho foi explodido para analise em detalhes de cada item desenvolvido neste estágio de elaboração do projeto preliminar do torquímetro, como demonstrado na bancada da Figura 25.

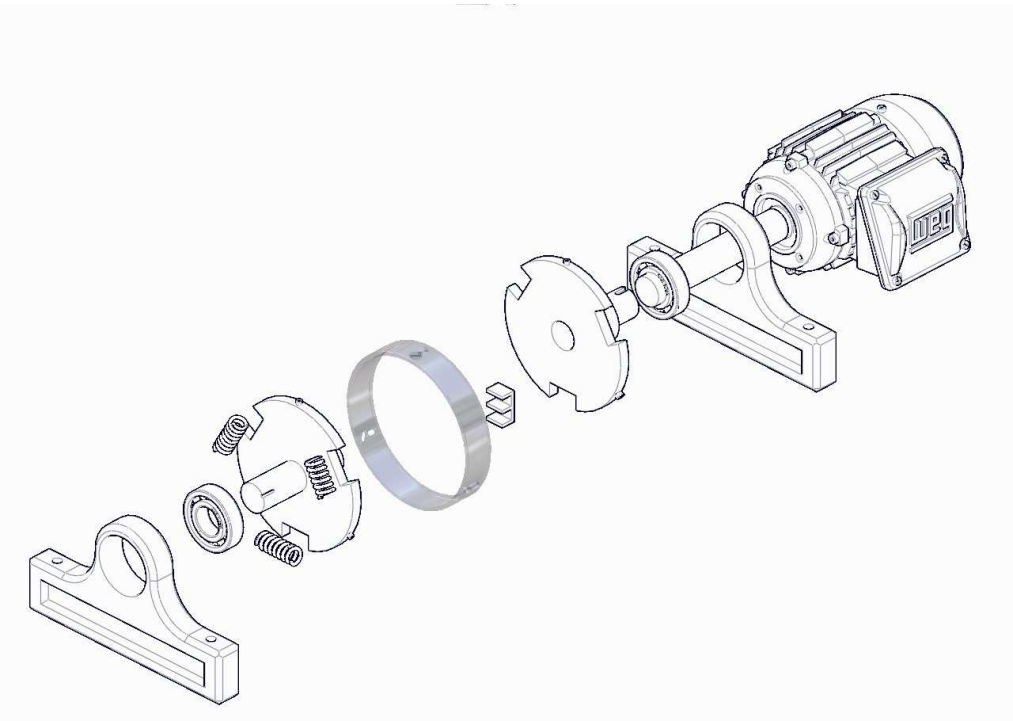


Figura 25 – Projeto preliminar em detalhes

O desenvolvimento do projeto preliminar em ambiente virtual (Figura 26) demonstrou com a utilização da ferramenta desenho a possibilidade de correções e ajustes resultando na estrutura apresentada, pronta para o inicio da fabricação do pré-projeto físico.

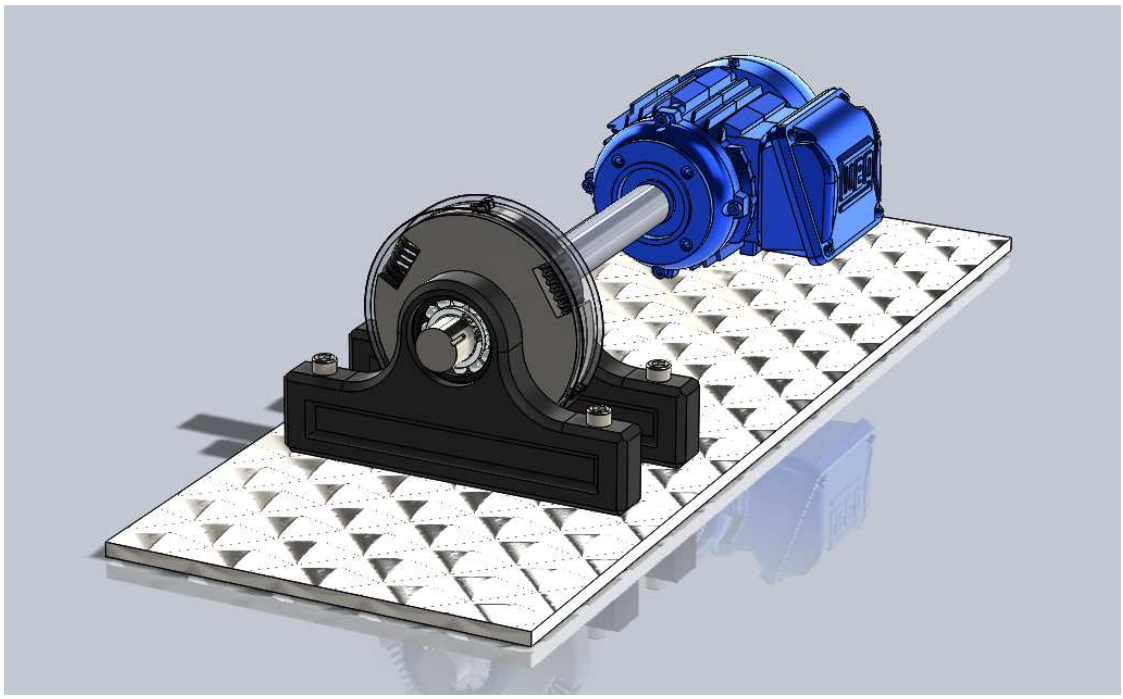


Figura 26

FACULDADE JAGUARIÚNA

FACULDADE DE JAGUARIÚNA

Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
http://www.faj.br – e-mail: engcontrole@faj.br

Anexo 1

Pesquisa de campo sobre o tema proposto para o projeto de conclusão de curso de Engenharia de controle e automação da Faculdade de Jaguariúna

Discussão

Nos dias de hoje, com a possibilidade de escassez dos combustíveis fósseis e a grande necessidade de econômica de energia, o desenvolvimento de novas formas e sistemas de reaproveitamento e distribuição da energia de forma inteligente utilizando os recursos desenvolvidos tecnologicamente são de extrema importância para a economia de países desenvolvidos.

Questionário analítico sobre a opinião pública

1) Você considera viável o projeto de um sistema que gere a energia com a frenagem dos veículos ou diminuição de velocidade e distribua esta de forma inteligente aplicando-a em momentos de maior necessidade do veículo?

a) Viável ( )
b) Inviável ( )
c) Não tenho opinião ( )

2) Você compraria um veículo com sistema de reaproveitamento de energia visando a diminuição do consumo?

a) Sim ( )
b) Não ( )
c) Não tenho opinião ( )

3) Até que ponto você estaria disposto(a) a investir neste tipo de sistema? Leve em consideração a porcentagem em relação ao preço final de um veículo de 35.000,00 reais como exemplo.

a) 1% ou R$ 350,00 ( )
b) 3 % ou R$ 1.050,00 ( )
c) 4 % ou R$ 1.400,00 ( )
d) 5 % ou R$ 1.750,00 ( )
e) 7 % ou R$ 2.450,00 ( )

FACULDADE DE JAGUARIÚNA

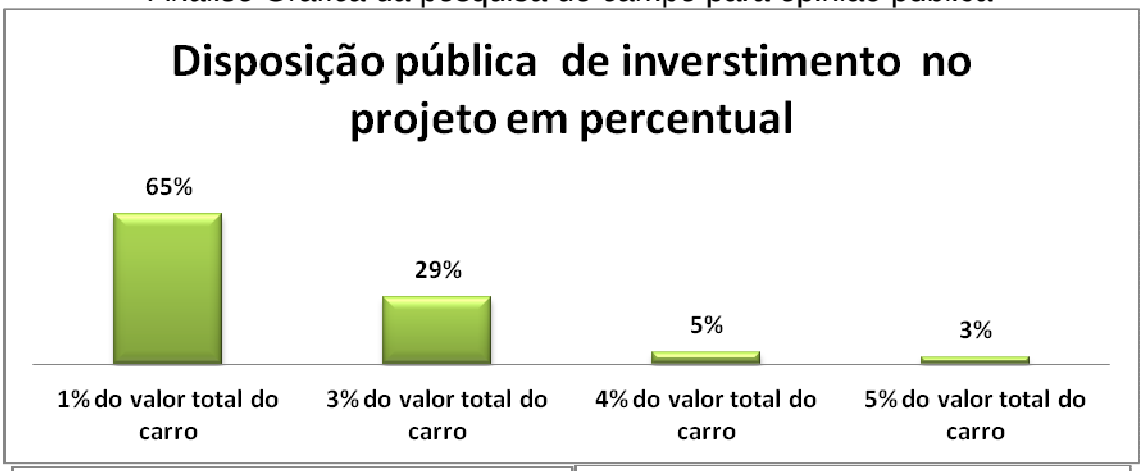
Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
http://www.faj.br – e-mail: engcontrole@faj.br

Os resultados apresentados seguem abaixo com relação a analise de necessidades:

Pesquisa de campo sobre opinião pública do torquimetro dinâmico de baixo custo					
Quantidade de entrevistados	106				
Ambiente de atuação profissional	Vários				
Questão - Viabilidade	***Viável***	***Inviável***	***Não possui opinião***		
	92	6	8		
Questão - Acessibilidade a compra	***Sim***	***Não***	***Não possui opinião***		
	92	7	7		
Questão - Percentagem disposta a gastar em relação ao valor do carro	1%	3%	4%	5%	7%
	92	7	7	3	0

Tabela 1 – Resultados gerais

Analise Gráfica da pesquisa de campo para opinião pública

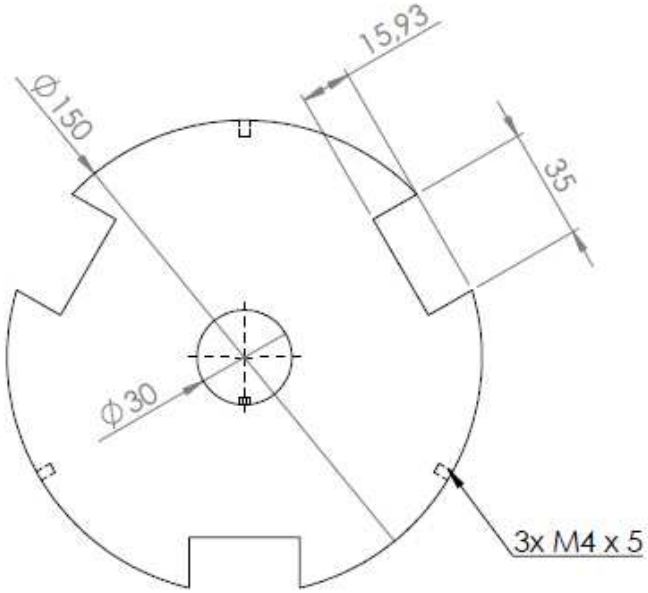


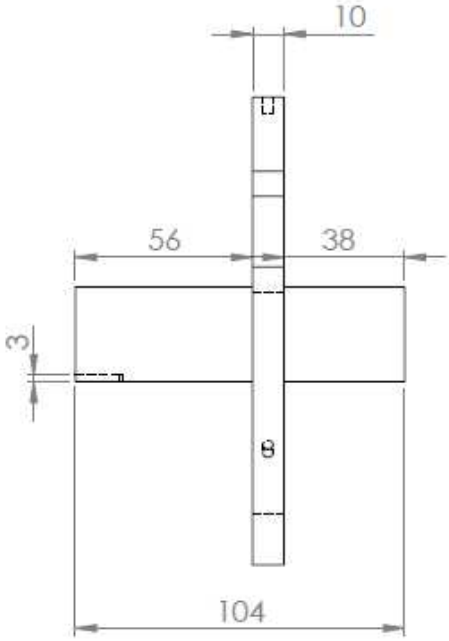
Anexo 2

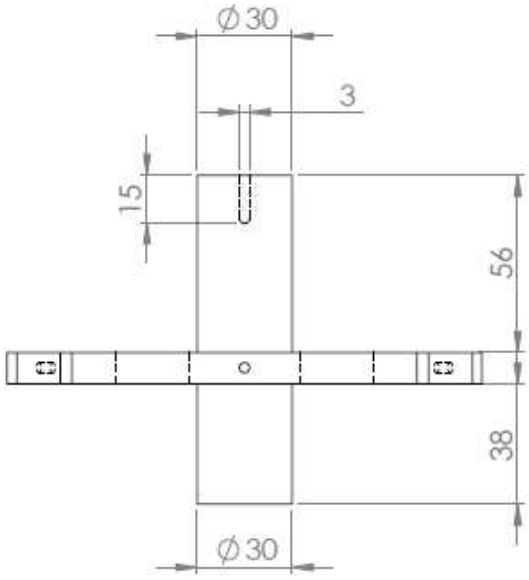
FACULDADE DE JAGUARIÚNA

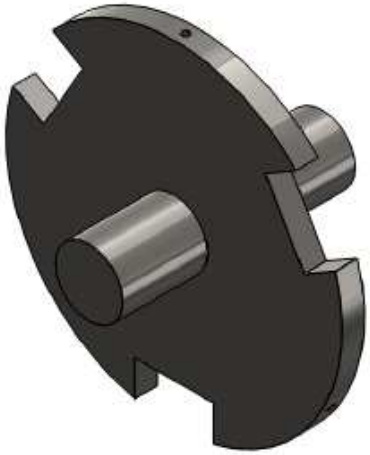
Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
http://www.faj.br – e-mail: engcontrole@faj.br

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
9º SEMESTRE ENG. CONTROLE E AUTOMAÇÃO









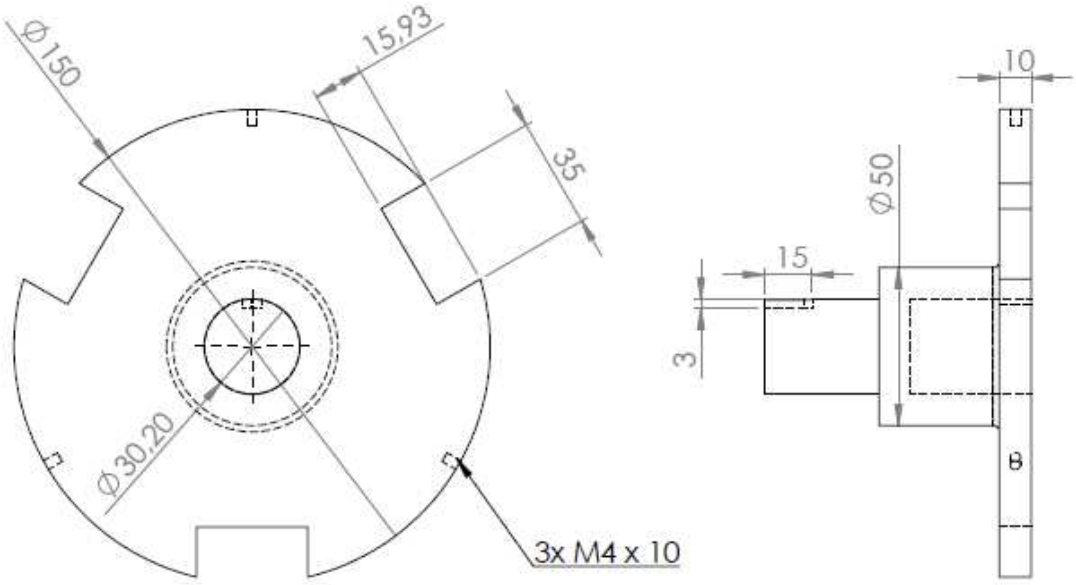
TODAS AS MEDIDAS EM MILIMETROS
FLANGE 1

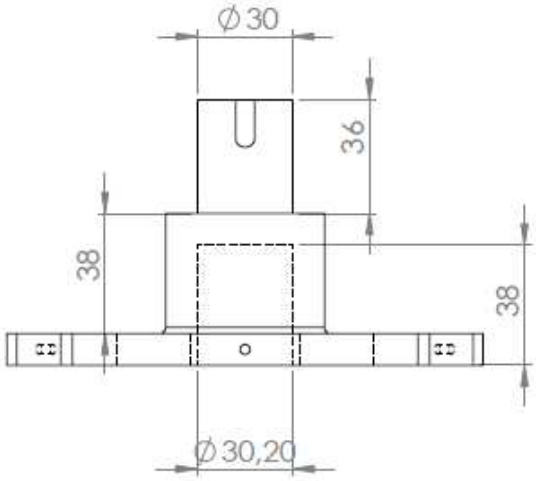
Anexo 3

FACULDADE DE JAGUARIÚNA

Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
http://www.faj.br – e-mail: engcontrole@faj.br

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
9º SEMESTRE ENG. CONTROLE E AUTOMAÇÃO





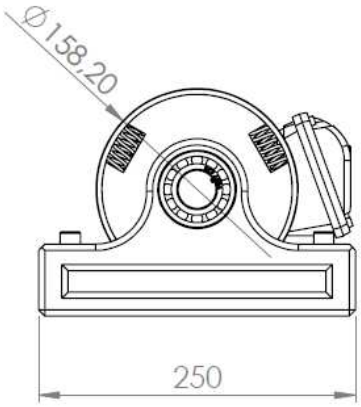
Todas as medidas em milimetros
FLANGE 2

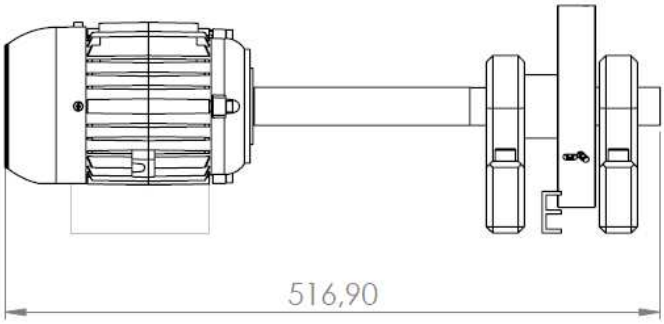
Anexo 4

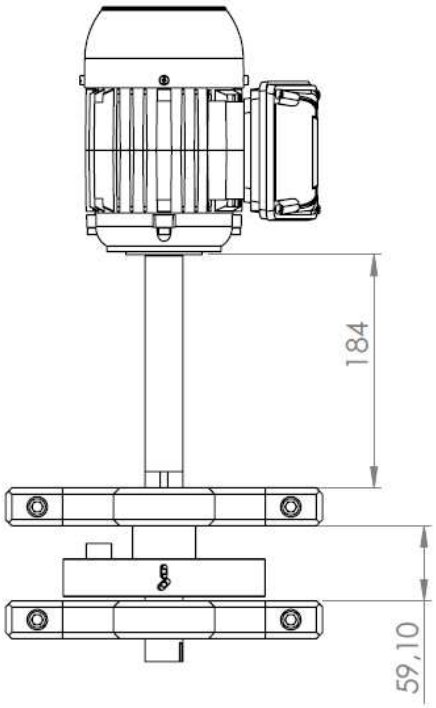
FACULDADE DE JAGUARIÚNA

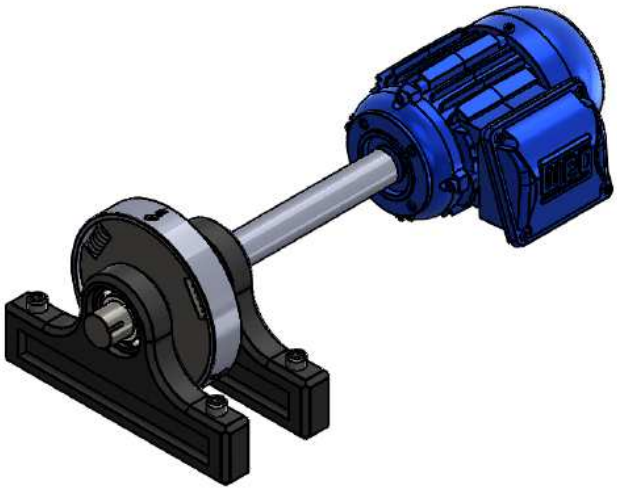
Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
http://www.faj.br – e-mail: engcontrole@faj.br

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
9º SEMESTRE ENG. CONTROLE E AUTOMAÇÃO









Todas as medidas em milímetros
Montagem Geral - Torquimetro

5 – Resultados

O estudo do trabalho até o presente momento demonstrou a possibilidade real do planejamento e desenvolvimento de um torquímetro dinâmico de baixo custo, onde a o desenvolvimento da estrutura mecânica, tido como um desafio, foi realizado com sucesso, porém o tempo gasto foi muito maior que o planejado, não sendo possível a concepção do projeto físico. O estudo do da aquisição de dados está avançando, porém necessita do elemento mecânico físico para completar os testes comprobatórios para a continuidade do estudo, onde a integração do sistema deve ser a terceira etapa a ser cumprida no próximo semestre para o desenvolvimento total do projeto proposto.

6 – Conclusão

Conclui-se que as atividades necessitam ser priorizadas com uma carga horária maior de planejamento, estudo e realização de testes para a continuidade das etapas de projeto. Por outro lado, o desenvolvimento do projeto em ambiente virtual foi um grande passo para a aplicação dos conhecimentos interdisciplinares estudados até o momento, implicando diretamente no desenvolvimento do pesquisador.

BIBLIOGRAFIA

Navies in Transition – disponível em :< http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/WilliFro.html>. Acesso em 24 mar 2013

HBM – disponível em:< http://www.hbm.com/pt/menu/produtos/transdutores-sensores/torque/t12/>. Acesso em 24 mar 2013

kiowa, dispoinivel em :< http://www.kyowa-ei.co.jp/eng/product/sensors/torque/tph_a.html>. Acesso em 26 mar 2013

PORTINOI, Marcos. **Extensometria**. Disponível em :<http://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/extensometria.html>. Acesso em: 19 maio 2013.

PEREIRA, Claudio José. **Dinamômetro**. Disponível em :< http://www.perfectum.eng.br/energia/dinos1.html>. Acesso em 19 maio 2013

PAULO,João. **Motores elétricos**. Disponível em :http://www.dicasautomotivas.net/manutencao/motores-eletricos-trifasicos. Acesso em : 19 maio 2013.

ANTONELLI,P.Luis. **Introdução a controladores lógicos programáveis**. Acesso em:< < http://www.ejm.com.br/download/Introducao%20CLP.pdf>. Acesso em : 15 maio 2013.

LIMA,H.Legmar. **Sensores Indutivos.**2001. Disponível em :< *www.dee.ufrn.br/.../ins.../**Sensores_Indutivos**.pdf*>. Acesso em:19 maio 2013.

MECAWEB. Disponível em:< http://mecaweb.com.br/eletronica/deteccao/sensoptico.php >. Acesso em: 21 maio 2013.