

# PROJETO MECÂNICO PARA REESTRUTURAÇÃO DO ROBÔ SMALL SIZE

Vinícius Medeiros Alves <sup>1</sup>, Flavio Tonidandel <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenharia Mecânica, <sup>2</sup> Ciência da Computação; Centro Universitário FEI  
 unievinicalves@fei.edu.br <sup>1</sup>; flaviot@fei.edu.br <sup>2</sup>

**Resumo:** A equipe RoboFEI possui em seus robôs *Small Size* vários sistemas mecânicos implementados, mas devido ao grande tempo de existência do projeto atual, a eficiência do robô está prejudicada. O objetivo é projetar uma estrutura mecânica que simplifique a manutenção do robô, para isso será aplicado a metodologia de manutenção centrada em confiabilidade (MCC). Espera-se obter um robô modular, de fácil desmontagem que agilize o tempo de manutenção nas competições.

## 1. Introdução

Os robôs *Small Size* são limitados em uma altura até 150 mm e devem caber dentro de uma circunferência de 180 mm de diâmetro [1] possuem sistema de locomoção, mecanismos de chute e de domínio de bola. Após uma competição foi realizado um estudo de análise de causas e foi observado que se demanda muito tempo de manutenção corretiva entre os intervalos dos jogos. Tendo isso em mente foi proposto um projeto embasado na metodologia manutenção centrada em confiabilidade (MCC) que visa garantir que qualquer ativo físico continue a fazer o que os usuários querem que ele faça no seu atual contexto operacional [2].

## 2. Metodologia

A metodologia consistiu primeiramente na criação do diagrama de blocos do robô, classificando as funções dos sistemas mecânicos que o compõem, definindo assim a função requerida, o padrão mínimo de desempenho e a capacidade inicial [3]. Em seguida foi feita a planilha do FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) [4] ferramenta para levantar as falhas funcionais, os modos de falhas assim como a severidade e ocorrência destas falhas e os efeitos produzidos por elas, bem como a forma de controle e as ações a serem tomadas.

Após a interpretação da planilha FMEA, foi realizado o diagrama de decisão para determinar quais componentes e sistemas seriam remodelados no software Autodesk Inventor. As peças desenhadas no software estão sendo manufaturadas para montagem do robô protótipo para os testes na bancada do laboratório da equipe.

## 3. Resultados

O primeiro resultado foi a aplicação da manutenção centrada em confiabilidade no robô, pode se observar na Figura 1 o diagrama de blocos, os sistemas principais em azul e os secundários em vermelho.

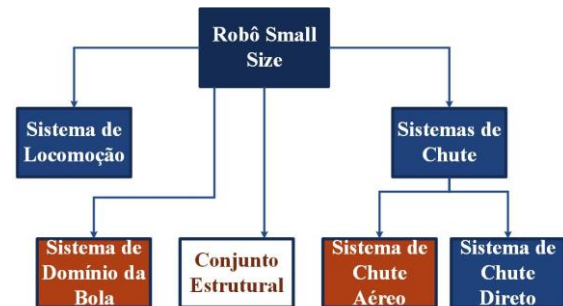


Figura 1 – Diagrama de blocos, classificação dos sistemas mecânicos.

Com as ferramentas de apoio como o FMEA obteve-se o gráfico de áreas de risco associados aos modos de falhas de cada sistema. Como exemplo tem-se a Figura 2 que mostra a prioridade de análise quanto ao sistema de locomoção do robô e a classificação das falhas deste sistema.

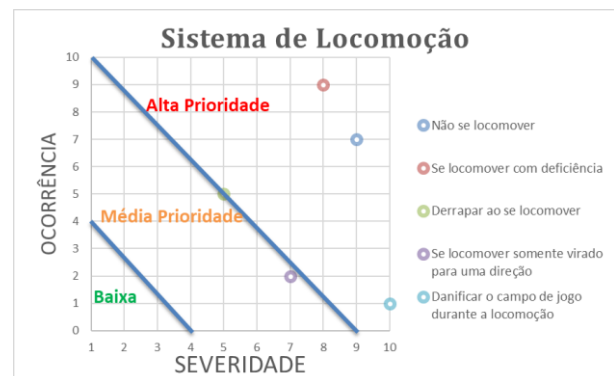


Figura 2 – Análise gráfica das falhas funcionais do sistema de locomoção.

A falha funcional que apresentou maior valor de número de prioridade de risco (RPN) para o sistema de locomoção foi de “se locomover com deficiência”, no gráfico da Figura 2 pode-se observar o ponto que está na extremidade superior à direita. A causa principal desta falha, ou seja, o modo de falha mais agravante é “encoder desalinhado”. O número de ocorrências deste modo de falha foi classificado com nota 9, em uma escala de 1 a 10, ou seja, é extremamente elevada as ocorrências do encoder estar desalinhado.

Para diminuir as ocorrências deste modo falha foram reprojatados novos suportes para o encoder, inspirado nas soluções encontradas por outras equipes internacionais. Para facilitar o acesso a este conjunto e retirar o encoder para realinhá-lo, encontrou-se uma maneira de parafusar os mancais somente na chapa inferior do robô, como pode ser visto na Figura 3 o

acesso ao conjunto ficou facilitado com a remoção do conjunto pelas laterais.

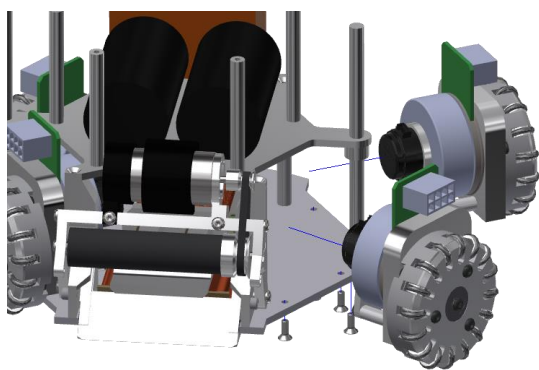


Figura 3 – Remoção do conjunto das rodas pelas laterais do robô.

Além de alterações no sistema de locomoção foi possível realizar mudanças pontuais nos sistemas primários do robô, como por exemplo no sistema de chute direto. O mecanismo de chute direto é formado por um solenoide que quando percorrido por uma corrente elétrica, gera um campo magnético que atrai um êmbolo de material ferrimagnético. Por sua vez, o êmbolo é rosqueado em uma chuteira, que transfere a energia cinética do movimento do êmbolo para a bola através da chuteira. O retorno deste êmbolo a posição inicial é por meio de elásticos, o que ocasionava o modo de falha “elástico arrebitado”. Estes elásticos foram substituídos por molas de compressão que foram dimensionadas neste projeto. Com o uso das molas espera-se diminuir as falhas funcionais deste sistema.

Para validar objetivo de manter o robô modular e de fácil montagem e desmontagem pode-se cronometrar o tempo de montagem e desmontagem da estrutura nova e comparar com a estrutura atual do robô *Small Size*. Como pode ser observado na Tabela 1, houve uma diferença de 2 minutos e 39 segundos na montagem e de 2 minutos e 13 segundos na desmontagem. O que representa uma redução de 14% no tempo de montagem e de 18% no tempo de desmontagem. Estes valores são mais significativos quando contextualizados em ambiente de competição, onde é necessário montar e desmontar 8 robôs em um intervalo curto de tempo entre as partidas.

Tabela 1 - Comparação de tempos de montagem e desmontagem.

	Tempos (min)	
	Montagem	Desmontagem
Estrutura Atual	18:51	12:34
Estrutura Nova	16:12	10:21

Por fim tem-se a estrutura final do robô *Small Size* em vista explodida que mostra a Figura 4 com todos os conjuntos separados independentes.

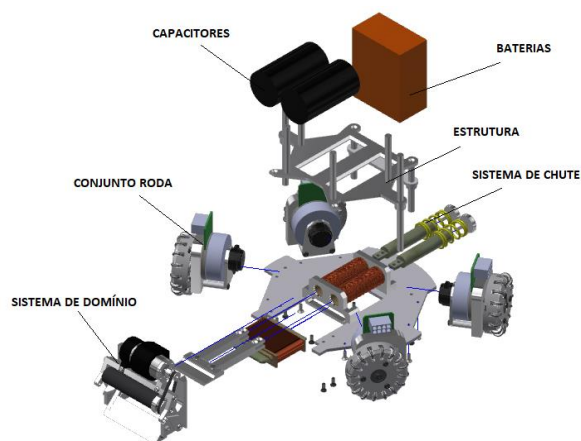


Figura 4 – Vista explodida dos sistemas mecânicos desmontados.

#### 4. Conclusões

Este projeto teve o foco na função requerida do robô *Small Size* que é jogar futebol com capacidade de fazer gols. Como definido anteriormente, as funções principais são executadas pelos sistemas de locomoção e sistema de chute direto. As melhorias feitas no projeto foram específicas para facilitar a manutenção destes sistemas e diminuir a ocorrência de manutenção corretivas. A severidade dos modos de falhas nesses sistemas é inerente das partidas de futebol, portanto deve-se planejar a melhor estratégia de manutenção. Baseado nas experiências de competição, o tempo de manutenção é fundamental entre um jogo e outro, um projeto que vise facilitar o processo de montar e desmontar o robô é de grande valia neste momento. O principal resultado foi a possibilidade de desmontar o conjunto dos mancais sem a necessidade de desmontar a estrutura mecânica por completo, encontrar esta solução de desmontagem do robô foi desafiador.

#### 5. Referências

- [1] RULES, Small Size League. Página das regras da SSL. Disponível em: <[http://wiki.robotcup.org/Small\\_Size\\_League/Rules](http://wiki.robotcup.org/Small_Size_League/Rules)>. Acesso em 17 ago. 2017.
- [2] MOUBRAY, John. Reliability-centred Maintenance (RCM). 2 Ed. Lutterwoth, Inglaterra, Aladon Ltd, 2000.
- [3] FOGLIATTO, Flávio S; RIBEIRO, José L. D. Confiabilidade e Manutenção Industrial. Rio de Janeiro. Elsevier, 2009.
- [4] PALADY, Paul. FMEA Análise dos Modos de Falha e Efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. São Paulo: IMAM, 1997.

#### Agradecimentos

À instituição Centro Universitário FEI, ao professor Flavio Tonidandel e aos alunos da equipe RoboFEI em especial ao mestrando Carlos Alberto Cadamuro.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 08/17 a 08/18.