

PLATAFORMA DE FORÇA BIOMECÂNICA PARA ANÁLISE DOS ESFORÇOS DE UM CADEIRANTE

André Guilherme Cintra Vilela¹, Sergio Delijaicov²
^{1,2} Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
 andregcv@outlook.com / sergiod@fei.edu.br

Resumo: Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento e a construção de um sistema integrado para a medição das forças reativas do solo resultantes do movimento de um cadeirante, a ser usado na área da biomecânica do movimento humano.

1. Introdução

Plataformas de força ou plataformas dinamométricas, são sistemas eletromecânicos de pesagem, usualmente utilizados em laboratórios de biomecânica/análise de marcha para medir forças de ação/reação exercidas pelo movimento humano sobre uma superfície de contato e o respectivo torque, possibilitando a determinação dos mesmos, simultaneamente, ao decorrer do movimento. A plataforma consiste em duas superfícies que são interligadas por sensores chamados de transdutores, dispositivos capazes de gerar um nível de tensão elétrica correspondente à força sobre eles aplicada.

O sistema concebido encontra aplicações práticas nas áreas de biomecânica, engenharia, pesquisas médicas, ortopedia, avaliação da reabilitação humana, [1] e entre outros campos de estudos.

Visto o grande campo de aplicações e utilidades de uma plataforma de força e que os usos de laboratórios integrados de análise de movimento, ainda que disseminado no hemisfério norte, é hoje restrito a poucos grupos no Brasil, sendo uma atividade com significativo potencial de crescimento. Para tanto, é necessário desenvolver no país tecnologias de custo compatível com a realidade nacional.

2. Metodologia

O primeiro passo foi realizar um estudo sobre extensometria elétrica e os métodos de calibração dos transdutores de força [2]. Foram desenvolvidas quatro células de carga triaxiais com geometria quadrada, onde as medidas de deformação avaliadas em um eixo do dispositivo são independentes dos outros.

Após as primeiras pesquisas foram feitas simulações através do Método dos Elementos Finitos (MEF) utilizando o software Ansys para verificação das regiões de maior deformação das células a partir das forças aplicadas nos três eixos. Com estes resultados foi possível fazer a instrumentação dos dispositivos de medição de força com extensômetros de resistência elétrica chamados de strain gages. O resultado das simulações para as forças aplicadas em cada eixo bem como o posicionamento dos extensômetros são observados na figura 1.

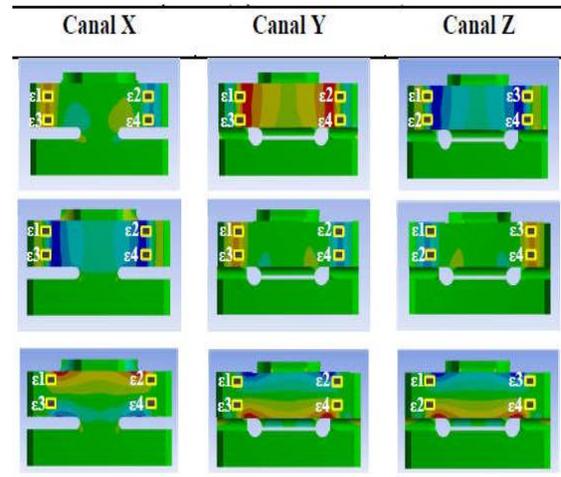


Figura 1 – Resultado da simulação feita nos três eixos para as forças aplicadas nas direções X, Z e Y, respectivamente.

Concluída a instrumentação do transdutor, o mesmo foi levado para a máquina de ensaios MTS, onde foram aplicadas 5 cargas por eixo para coleta de dados necessária para determinação da curva de calibração do mesmo. Na figura 1 é possível ver a célula de carga montada em um dispositivo na MTS.



Figura 2 – Calibração da célula de carga na MTS.

3. Resultados e discussão

O ensaio de calibração apresentou uma variação linear aceitável em uma das direções, porém há uma alta

interferência na medida dos outros eixos, acusando um cross-talk significativo que não estava previsto pela simulação de elementos finitos. Tal comportamento pode ter ocorrido por um mal posicionamento dos strain gages. A tabela I apresenta os valores obtidos nos ensaios feitos na MTS para a calibração das células de carga.

Tabela I – Resultado obtido dos ensaios feito na MTS

Célula 1									
	FORÇA EM X			FORÇA EM Y			FORÇA EM Z		
	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z
kgf	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd
200	3665	1283	179	13	1200	9	247	638	1478
225	4122	1450	201	13	1315	7	267	705	1650
250	4553	1657	222	14	1455	4	289	778	1826
275	5018	1726	244	14	1592	2	313	849	2006
300	5488	1844	266	14	1728	0	336	920	2185
Célula 2									
	FORÇA EM X			FORÇA EM Y			FORÇA EM Z		
	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z
kgf	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd
200	4020	594	260	709	3381	426	336	2440	5072
225	4460	664	305	774	3780	472	365	2662	5569
250	4949	732	345	833	4170	518	395	2936	6127
275	5440	797	391	893	4571	567	421	3205	6672
300	5948	862	435	948	4958	615	447	3470	7105
Célula 3									
	FORÇA EM X			FORÇA EM Y			FORÇA EM Z		
	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z
kgf	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd
200	3602	600	87	533	1183	297	27	12	5120
225	3973	664	105	593	1313	319	24	14	5670
250	4422	735	124	661	1460	345	18	21	6329
275	4865	807	143	732	1605	371	9	28	6998
300	5305	878	162	806	1750	397	2	35	7672
Célula 4									
	FORÇA EM X			FORÇA EM Y			FORÇA EM Z		
	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z	DEF.X	DEF.Y	DEF.Z
kgf	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd	microd
200	1502	163	98	877	2720	133	292	1394	4438
225	1643	179	109	966	3031	129	321	1530	4924
250	1820	200	118	1061	3385	123	352	1667	5463
275	1991	220	127	1152	3737	119	382	1813	6003
300	2137	240	136	1228	4099	115	414	1958	6563

4. Conclusões

Este projeto está na fase de reposicionamento dos extensômetros para uma validação dos dados antes previstos por elementos finitos para, assim, a posterior calibração e montagem final da plataforma.

5. Referências

- [1] PRINCE F.; WINTER D.A.; SJONNENSEN G.; POWELL C.; WHEELDON R.K., Mechanical efficiency during gait of adults with transtibial amputation: A pilot study comparing the SACH, Seattle, and Golden-Ankle prosthetic feet, Journal of rehabilitation research and development, ISSN 0748-7711, CODEN JRRDDB, Vol.35, nº2, p. 177-185 (35 ref.), 1998.
- [2] HOFFMANN, Karl., An introduction to measurements using strain gages, Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Darmstadt, 1989.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por colocar em minha vida tantas oportunidades de crescimento e aprendizagem. Pela oportunidade de participar deste projeto de iniciação científica e por toda a experiência adquirida dela.

Ao professor Sergio Delijaicov pela orientação, suporte e conhecimento adquirido durante o período deste projeto.

Ao Centro Universitário FEI pela utilização dos laboratórios bem como os equipamentos necessários e por todo apoio oferecido.

Aos técnicos e funcionários da FEI que me deram auxílio durante os períodos de ensaios no laboratório.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 11/17 a 11/18.