

DESENHO E FABRICAÇÃO DE UMA BANCADA DE TESTE DE TORÇÃO PARA QUANTIFICAÇÃO DA INTENSIDADE DE TORQUE ATRAVES DE UM DISPLAY

Arlindo Balbino do Nascimento Neto

Graduando em Engenharia Mecânica pela
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. abneto_engmec@yahoo.com.br.

Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim

Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - DEB.
ricardo.valentim@ufrnet.br

William Fernandes de Queiroz

Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – DEM..
william@dem.ufrn.br.

Danilo Alves Pinto Nagem

Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Departamento do
Engenharia Biomédica - DEB. nagem@ufrnet.br.

Clodomiro Alves Júnior

Professor Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – DEM.
clodomirojr@hotmail.com.

Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto

Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Departamento do
Engenharia Biomédica - DEB. custodioguerra@yahoo.com.br.

RESUMO

Chaves têm sido usadas em consultórios dentários para medir o torque aplicado aos parafusos. Um excesso ou falta de torque na fixação de parafusos pode causar falhas ou deformações que resultara na perda do implante. As chaves convencionais utilizadas em odontologia não têm displays para indicar o torque aplicado. O objetivo principal deste trabalho é para o desenvolvimento desta chave dental. Neste trabalho será apresentado o desenho e fabricação de uma bancada para testar o sensor que será implantado ao Torquímetro digital para ser utilizado em odontologia. O objetivo é garantir a determinação precisa da intensidade do torque aplicado ao parafuso.

PALAVRAS-CHAVE: Chave dental, torquímetro, implante e sensor.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A WORKBENCH FOR TESTS IN A DENTAL WRENCH WITH DIGITAL DISPLAY

OBSTRACT

Wrenches have been used in dental surgeries to measure the torque applied to bolts. An excess or lack of torque in the screw fixation can cause gaps or deformations that resulted in the loss of the implant. The conventional wrenches used in dentistry do not have displays to indicate the applied torque. The main objective of this work is to development this dental wrench. In this paper will be present the design and fabrication of a workbench

to test the sensor that will be applied to high-precision digital Torque Wrench to be use in dentistry. The aim is to ensure the accurate determination of the intensity of torque applied to the bolt.

KEYWORDS: Dental wrench, torque Wrench, implant and senso.

DESENHO E FABRICAÇÃO DE UMA BANCADA DE TESTE DE TORÇÃO PARA QUANTIFICAÇÃO DA INTENSIDADE DE TORQUE ATRAVES DE UM DISPLAY

INTRODUÇÃO

A Bioengenharia tem avançado no sentido de proporcionar ao homem uma melhor qualidade de vida e conseqüente longevidade. A ciência busca recuperar órgãos devolvendo a função perdida em conseqüência do avanço da idade, doenças ou traumas com perdas precoces. A Odontologia passa então a interagir com outros ramos, percebendo que interdisciplinaridade é exigência necessária para evolução na área de biomateriais ¹.

A aplicação dos biomateriais, para confecção de próteses, reporta épocas remotas. Descobertas antropológicas na Europa e na América Central indicam que o homem tentou, desde a muito, repor partes do corpo perdidas (dentes), usando materiais homólogos (dentes humanos e de animais), com propósito aparentemente estético ².

Pesquisadores na Suécia iniciaram em 1952, um novo conceito de implantes dentais osseointegrados, com eficácia clínica comprovada através de inúmeros casos suportando próteses em plena função por longos períodos. O mesmo autor em estudos experimentais com implantes dentais em forma de parafuso foi o primeiro a relatar uma interface de contato direto osso-titânio, sem interposição de tecido mole ³.

Nos últimos anos é possível e com mais freqüência a reposição de dentes ausentes por implantes osseointegrados como bases para suportar próteses. A substituição de partes perdidas do corpo humano por materiais aloplásticos tem sido uma grande preocupação da humanidade ⁴. Após a fixação do implante no leito cirúrgico, o protesista precisa parafusar um componente protético a plataforma onde será cimentada ou parafusada uma coroa protética. Ao parafusar este componente protético, corre-se o risco de danificar o parafuso protético, a plataforma dos implantes seja ela hexágono (interno, externo ou cone morse) e ou o implante pelo excesso do momento de força estabelecido ⁸. Assim a estabilidade da prótese depende em grande parte da estabilidade do parafuso protético. Um adequado apertamento leva a uma máxima tensão do parafuso para a manutenção e integridade do conjunto prótese / implante. Desta forma, diferentes níveis de torques são recomendados aos parafusos para levá-los a uma tensão que evite o afrouxamento dos mesmos.

O afrouxamento do parafuso é uma das causas mais comuns de falhas nas próteses sobre implantes ^{5,6,7}, sendo que um dos fatores relatados é o torque inadequado levado durante o processo de apertamento. Assim ênfase é dada em se aplicar a quantidade de torque recomendada pelo fabricante para manter a estabilidade do parafuso e, por conseguinte, a

união prótese implante. A literatura mostra uma interação de fatores clínicos que podem causar o afrouxamento dos parafusos e conseqüentemente uma perda da tensão ou pré-carga⁹. Quando isso ocorre, todo trabalho precisa ser refeito, aumentando, assim, o tempo de trabalho e o sofrimento do paciente. Alguns dentistas desenvolvem certa sensibilidade para identificar que força deve desenvolver para evitar o problema de afrouxamento do parafuso, porem é ainda muito empírico o processo com os torquímetros disponíveis no mercado^{10, 11}.

O presente trabalho tem como objetivo a elaboração de uma bancada de teste de torção para o domínio da quantificação da intensidade de torque de forma precisa para, posteriormente ser empregado em um torquímetro digital para mensurar e digitalizar o momento de fixação de implantes e parafusos de componentes protéticos. O conhecimento exato dessa intensidade evitará possíveis danos causados ao implante e ao paciente respectivamente. Assim garantiremos uma adequada e permanente fixação da prótese e do implante.

METODOLOGIA

BANCADA DE TESTE DE TORÇÃO

A bancada está dividida em 3 (três) seções: bancada de torção, sistema de medida e sistema de torque. A bancada de torção foi inicialmente concebido em ambiente CAD, e foi testado muitas possibilidades. Na Figura 1 está presente o modelo do sistema. A bancada de torção foi montado com uma placa de aço (1), dois rolamentos de esferas (2). Foram fixados dois mancais ZZ/C3FBJ 6001 (6) e um eixo (4) livres para rolar. O eixo de metal (9) usado como objeto de teste é fixado por um pino (8), e os corpos foi fixado com um pino no sistema, incluindo a tampa (5). A bancada de torção foi construída com aço AISI 1045, e a peça de teste com alumínio com $8,0 \pm 0,2$ mm de diâmetro e $90,0 \pm 0,2$ mm de comprimento, com 2 (dois) furos nas bordas.

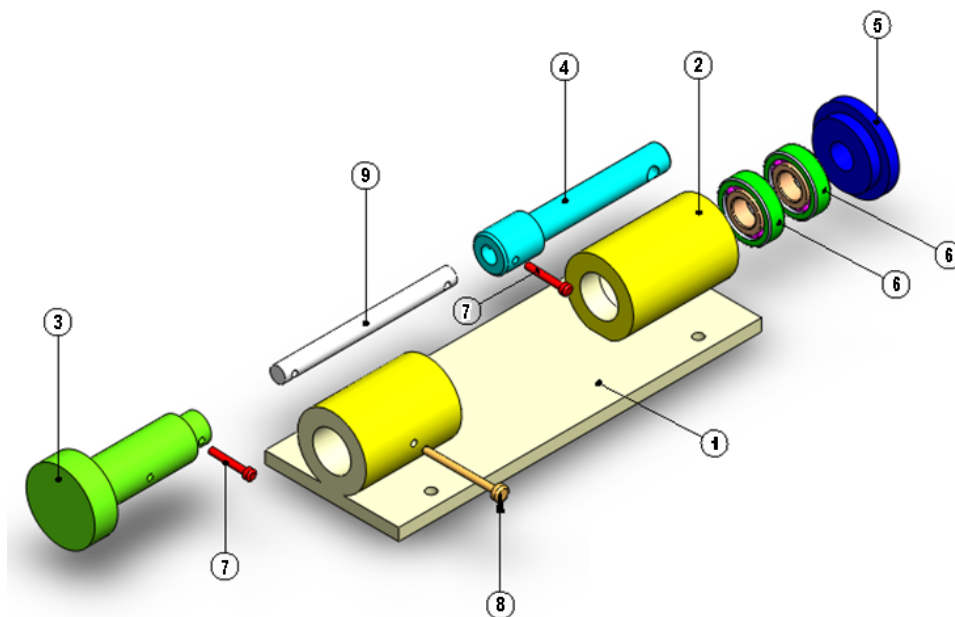


FIGURA 01: Vista explodida da bancada de torção

O sistema de medida é montado com uma fonte de alimentação dc de 5 Volts, um strain gage ligado a um $\frac{1}{4}$ ponte Wheatstone e configurado em um de um trimpot, um sinal de LED e um amplificador e filtragem de bordo (Figura 2) e um multímetro digital com resolução de 0,01 V.

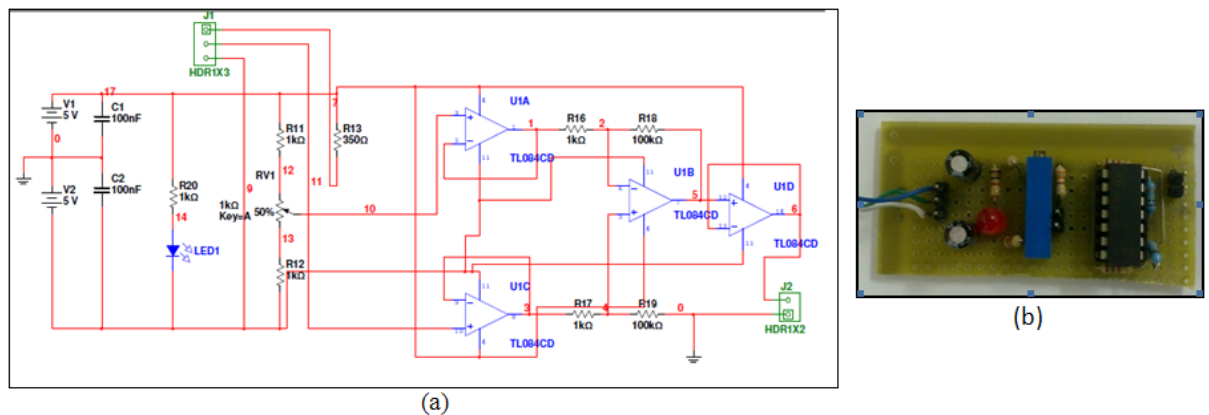


FIGURA 2 - (a) Esquema do circuito. (b) – Placa de circuito

O strain gage foi fixado à peça de teste para medir a deformação. A peça de teste foi limpa e lixada com a lixa 220, 360 e 400, antes de fixar o Stran-gage. A rugosidade da superfície contribui para a fixação do strain gage. Após o processo de lixamento foi feita a limpeza com o auxílio de cotonete com álcool isopropílico, neutralizador e condicionador, afim de garantir a limpeza. Foi usado Loctite Super Bonder®, para colar o Stran-gage no corpo de prova, como mostrado a seguir:

- 1 - Uma base de vidro é limpa com álcool isopropílico;
- 2 - O sensor é colocado na base de vidro com os filamentos resistivos para cima;
- 3- É colada uma fita adesiva sobre o sensor;
- 4- Leva o sensor ao eixo de teste com o auxílio da fita adesiva e posiciona-o no lugar desejado;
- 5 - É adicionado cola na região escolhida do eixo de teste e na parte inferior do sensor;
- 6 - O sensor é precinado por dez segundos contra o eixo de teste;
- 7 - É colada uma base no eixo de teste para ligar os fios;
- 8 - O sensor foi testado após o processo de fixação.

O sistema de torção é composto por uma alavanca e um anteparo de massas. A alavanca têm $6,0 \pm 0,3$ mm de diâmetro e $122,6 \pm 0,1$ mm de comprimento. O anteparo de massas foi fixado na alavanca com $100 \pm 0,5$ mm de distância do centro de torção.

O procedimento para obtenção da relação entre intensidade de torque e geração de sinal em milivolts foi realizado como mostrado a seguir:

- 1- A bancada de torção foi fixada a uma base rígida;
- 2- O eixo de teste foi montado na bancada de teste com pinos;
- 3- A alavanca e o anteparo de massas foi montado na bancada de torção;
- 4- Os fios foram que estava ligado eo circuito está ligado.

OS TESTES

Padrões de massa de $100 \pm 0,1$ g, $200 \pm 0,1$ g, $300 \pm 0,1$ g, $400 \pm 0,1$ g e $500 \pm 0,1$ g da marca LEYBOLD, chamado de M1, M2, M3, M4 e M5, foram usados para aplicar a força na alavanca e desta forma produzir um torque. M5 foi adicionado ao anteparo de massas por 3 minutos para verificar a resposta do sensor e o processo de fixação. A massa da alavanca e o anteparo foram medidos usando DENVER, com escala do instrumento com 0,01 g de precisão.

A resposta do sensor foi (produzida, gerada) medida usando os padrões de massa LEYBOLD anexa ao anteparo de massas para gerar torque. Cada massa foi usada sozinha e a resposta do sensor foi medida durante 1 minuto. Para cada massa foi feito três testes em cada direção.

O torque (N.cm) aplicada ao sistema foi calculada usando a equação (1), onde cada componente representa a força da sua massa em uma distância do ponto de rotação (FIGURA 03).

$$MT = F_m \cdot d_m + F_b \cdot d_b + F_l \cdot d_l \quad \text{equação (1)}$$

F_m - Força de massa padrão;

d_m - Distância do centro geométrico do eixo ao ponto da aplicação da força da massa padrão;

F_b - Força do anteparo de massas;

d_b - Distância do centro geométrico do eixo ao ponto da aplicação da força do anteparo de massas;

F_l - Força da alavanca

d_l - Distância do centróide da alavanca ao eixo geométrico do eixo de rotação.

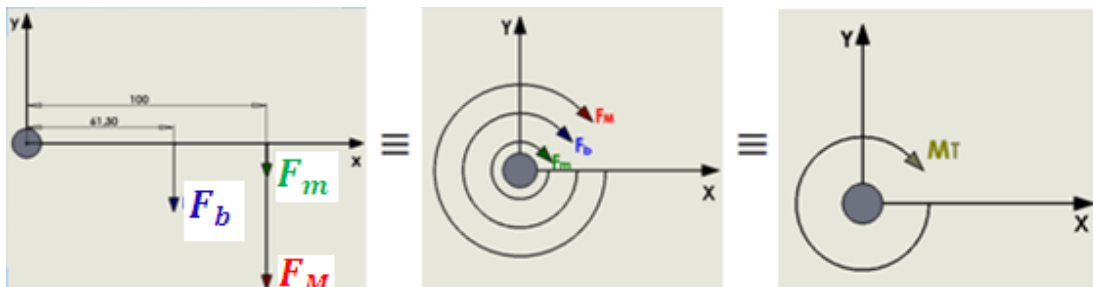


FIGURA 03 - Forças e Torques aplicados ao sistema

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes foram nomeados como T1, T2, T3, T4 e T5 de acordo com a massa usada para gerar o torque (Tabela 01). Foi realizados testes em ambas as direções, no sentido horário e anti-horário para analisar a resposta do sensor.

A massa da alavanca é $26,3 \pm 0,3$ g. A distância entre o centróide da alavanca para ponto de

rotação é $6,13 \pm 0,5$ cm, conseqüentemente $TL = FL * dL = 1,75 \pm 0,2$ N.cm. A massa do anteparo de massas é $6,0 \pm 0,3$ g, e a distância ao ponto de rotação é de $10,0 \pm 0,5$ cm, conseqüentemente, $Tb = Fb * db = 0,62 \pm 0,1$ N.cm. A gravidade (g) foi considerado como 9,81.

Tabela 1. Resultados experimentais para as cargas de torque e os sinais obtidos pelo sensor.

	T1		T2		T3		T4		T5	
Massa (g)	M1 $10,0 \times 10^1 \pm 0,1$		M2 $20,0 \times 10^1 \pm 0,1$		M3 $30,0 \times 10^1 \pm 0,1$		M4 $40,0 \times 10^1 \pm 0,1$		M5 $50,0 \times 10^1 \pm 0,1$	
Distância - d_m (cm)	$10,0 \pm 0,005$		$10,0 \pm 0,005$		$10,0 \pm 0,005$		$10,0 \pm 0,005$		$10,0 \pm 0,005$	
Força - F_m (N)	$9,81 \times 10^{-1} \pm 0,001$		$1,96 \pm 0,002$		$2,94 \pm 0,002$		$3,92 \pm 0,003$		$4,90 \pm 0,003$	
Torque - T_m (N.cm)	$10,3 \pm 0,5$		$20,6 \pm 1,0$		$30,9 \pm 1,5$		$41,2 \pm 2,0$		$51,5 \pm 2,5$	
Torque - T_L (N.cm)	$1,57 \pm 0,15$		$1,57 \pm 0,15$		$1,57 \pm 0,15$		$1,57 \pm 0,15$		$1,57 \pm 0,15$	
Torque - T_b (N.cm)	$6,18 \times 10^{-1} \pm 0,06$		$6,18 \times 10^{-1} \pm 0,06$		$6,18 \times 10^{-1} \pm 0,06$		$6,18 \times 10^{-1} \pm 0,06$		$6,18 \times 10^{-1} \pm 0,06$	
Total torque (N.cm)	$12,5 \pm 0,07$		$22,8 \pm 0,08$		$33,1 \pm 0,09$		$43,4 \pm 0,10$		$53,7 \pm 0,11$	
Diferença de potencial (Volts $\pm 0,005$)	Horário	Anti - horário	Horário	Anti - horário	Horário	Anti - horário	Horário	Anti - horário	Horário	Anti - horário
	0,01	-0,01	0,02	-0,02	0,03	-0,03	0,04	-0,03	0,05	-0,05

Usando a tabela 01, foi construída a Figura 04, que representa a diferença de potencial gerada pelo sensor através do torque aplicado.

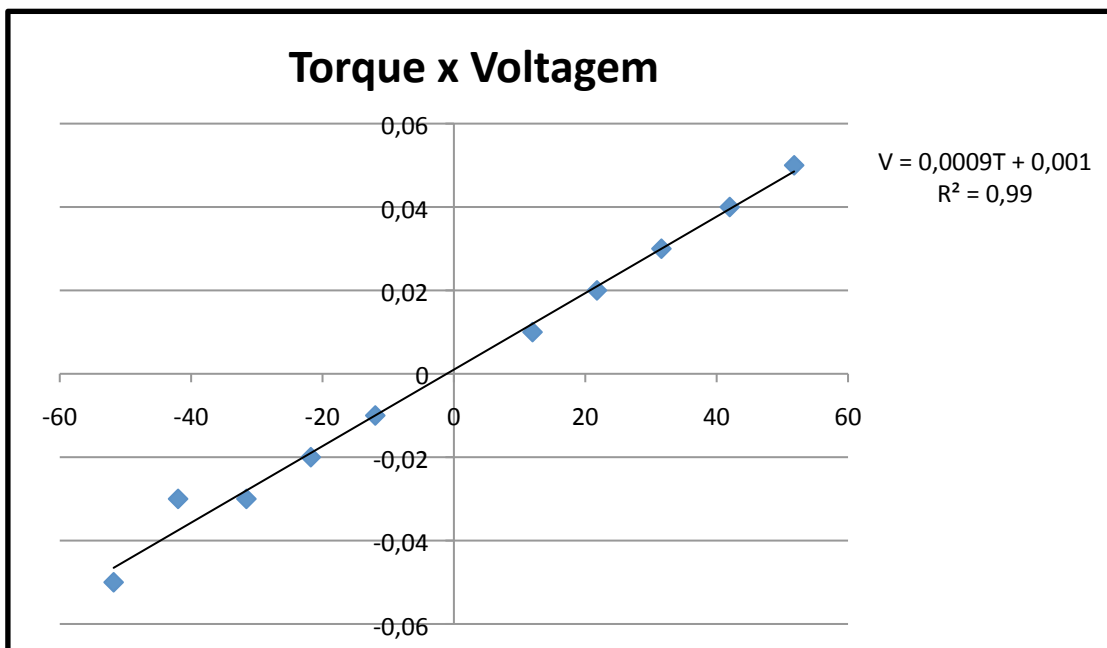


Figura 04 - Torque x Voltagem

A linha (y) na figura 04 representa a relação entre o torque e a tensão (diferença de potencial). A equação com R2 quase igual a 1 (um) representa que as relações é totalmente linear. Isto significa que o uso de um strain gage é suficiente para correlacionar a deformação com o torque aplicado.

Com a Tabela 01 é possível notar que os principais erros no sistema estão relacionados com a tensão (d.d.p), com um erro percentual de 50% para o teste T1. Para o ponto do teste T4 sentido anti-horário era esperado um valor de -0,04 V, mas foi encontrado -0,03 V. Este valor pode ser explicado devido a resolução do sistema. É necessário um sistema com maior precisão para obter uma melhor curva para o sinal e, talvez, o uso de dois strain-gages como contraprova. O principal objetivo agora é desenvolver um melhor amplificador, filtro e leitor do sistema. Para melhorar a resolução ,e conseqüentemente, ser capaz de ser adaptado a uma ferramentas de uso odontológico.

CONCLUSÕES

Com os resultados e os conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento e teste da bancada de torção, foi possível notar que:

- Esta metodologia é estável e capaz de ser utilizada no desenvolvimento de um torquímetro com display digital, para uso odontológico.
- É necessária uma melhor resolução para a análise do sinal.
- É possível determinar o torque e a resposta de sinal usando massa padrão.
- É necessário mais testes para o desenvolvimento de um torquímetro com display digital, para uso odontológico, mas a mesma metodologia usada na bancada de torção pode ser utilizada.
- É necessário alterar a distância da aplicação da força para refinar as condições de leitura da bancada de torção e desta forma melhorar a resolução e capacidade de leitura com confiabilidade.
- Este sistema resulta em um torque e uma reação ao eixo de rotação, a fim de eliminar perdas por atrito foram utilizados dois rolamentos, e desta forma transferir o carregamento ao eixo de teste.

REFERÊNCIAS

1. KASEMO, B. *Surface Science*. 500 (2002) 656.
2. CESCHIN, J. R. *O Implante na Reabilitação Oral*, Ed. Panamed, p. 63-117, São Paulo, 1984
3. BRANEMARK P. I. et al. **Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. experimental studies.** Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 3 (1969) 81-100.
4. CORREIA, S. M. B. **Acompanhamento longitudinal do sucesso das próteses suportadas por implantes osseointegrados do sistema Napio.** Bauru: USP, 1999. 305p. (Tese de Doutorado)
5. BINON P, SHUTTER F, BEATY K, BRUNSKI J, GULBRANSEN H, WEINER R. **The role of screws in implant system.** Int J Maxilof Implants 1994;9 (sp. issue):48-63.
6. JEMT, T. **Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Branemark implants in edentulous jaws: A study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup.** Int J Maxilof Implants 1991;
7. NAERT I. **A six year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism.** J Prosthet Dent 1992; 67:236-45.
8. MISCH CE; *Prótese sobre implante.* São Paulo: São Paulo, 2006.
9. HAACK J, SAKAGUCHI R, SUN T, COFFEY J. **Elongation and preload stress in dental implant abutment screws.** Int J Maxilof Implants 1995; 10:529-36.
10. MISCH CE; **Implantes dentários contemporâneos.** Trad de Maria de Lourdes Giannini. São Paulo: Santos Liv. e Editora; 2000.
11. MCGLUMPHY E, MENDEL D, HOLLOWAY J. **Implant screw mechanics.** Dent Clinics N Amer 1998; 42:71-89.