



SENSORES PIEZORESISTIVOS E SENSORES PIEZOELÉTRICOS

Lucas Ferreira de Souza¹; Rosa Maria Ribeiro²

RESUMO: O objetivo desta pesquisa bibliográfica é expor os tipos e aplicações de sensores piezoelétricos e piezoresistivos. Para tal, foram coletados dados em livros e artigos da área de Engenharia de sensores e ciência dos materiais. Em 1880, o fenômeno piezoeletricidade foi reportado por Jaques e Pierre Curie. De lá para cá, alguns avanços aconteceram, mais ainda, é um assunto pouco tratado. Em cima desta tecnologia, temos alguns sensores muito usados pelos Engenheiros de controle e automação, como sensores de ensaios de falhas em estruturas, sensores de medição de densidade e viscosidade de líquidos, sensores de medição de vazão de fluidos, sensores de pressão, este último é constituído de material piezoresistivo, dentre outros sensores. Contudo, os materiais piezoelétricos são capazes de transformar energia mecânica em energia elétrica e, ainda, o inverso, que é transformar energia elétrica em energia mecânica.

PALAVRAS-CHAVE: Sensores; piezoresistividade; piezoeletricidade.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo do presente trabalho foi abordar os tipos e aplicações de sensores piezoelétricos e piezoresistivos. Para tal, foram coletadas informações em artigos científicos e livros na área de Engenharia de Controle e Automação, Mecatrônica e Mecânica.

O fenômeno conhecido como "piezoeletricidade" foi descoberto nos anos de 1880 pelos irmãos Pierre e Jaques Curie. Em 1881, o efeito piezoelétrico inverso foi reportado. Apesar disso, a primeira aplicação prática foi durante a primeira guerra mundial, na qual tratava-se de um sonar feito Paul Langevin (SHIGUE et al, 2010).

Os cristais piezoelétricos, presentes no sensor de vibração, podem gerar tensões muito altas, se submetidos a esforços mecânicos muito intensos. Se devidamente tratados, podem servir para alimentar um sistema elétrico. Já as cerâmicas piezoelétricas que apresentam melhores propriedades que os cristais depois de polarizadas, também oferecem geometrias e dimensões flexíveis por serem fabricadas por meio da sinterização de pós cerâmicos conformados via prensagem ou extrusão (ADAMOWSKI, 2000).

Um material é considerado piezoelétrico se a aplicação de uma tensão mecânica causa o desenvolvimento de um deslocamento elétrico interno. Este deslocamento se

1- Acadêmico do Curso de Engenharia de Controle e Automação –Mecatrônica do Centro Universitário de Maringá Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – Paraná. lucasferdesouza@hotmail.com.br, lucas.ferreira@cesumar.br

2- Orientadora, Professora Doutora do Curso de Engenharia de controle e automação -Mecatrônica do Centro Universitário de Maringá Cesumar – UNICESUMAR. rosamaria.ribeiro@cesumar.br.

manifesta como uma polarização elétrica interna ou através do aparecimento de cargas elétricas na superfície do material. De todas as classes cristalinas, apenas os representantes com centro de simetria não podem apresentar o efeito. Praticamente todas as outras classes exibem algum efeito piezoelétrico diferente de zero, embora às vezes este efeito seja muito pequeno. Todos os materiais piezoelétricos são transdutores, pois, conseguem converter uma forma de energia em outra (SHACKELFORD, 2008).

Os sensores de pressão geralmente construídos com materiais piezoresistivos. Esses materiais possuem a capacidade de variar sua resistência quando submetidos a um esforço mecânico. Esse efeito é mais comum em materiais semicondutores, como o silício ou germânio (que são amplamente utilizados na eletrônica, na construção de diodos, transistores e circuitos integrados) (PATSKO, 2006).

É importante notar que o efeito piezoresistivo é distinto do efeito piezoelétrico. Enquanto que os materiais piezoelétricos (utilizados em alguns modelos de sensores de vibração e microfones) geram uma tensão quando pressionados ou deformados, os piezoresistivos sofrem uma mudança na sua resistência (PATSKO, 2006).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados para este trabalho artigos de produção científica e livros sobre sensores piezoelétricos e piezoresistivos. Dentre eles, tem-se o trabalho de SHIGUE et al, em 2010, com o título de “Sensores e atuadores piezoelétricos”. Neste trabalho foram trabalhados dados históricos da piezoelétricidade e propriedades dos materiais como cerâmica e cristais.

O artigo de Patsko, intitulado como “Tutorial: Aplicações, Funcionamento e utilização de Sensores Piezoelétricos”, contribuiu grandemente com dados sobre sensores piezoresistivos, principalmente, propriedades dos materiais que constituem os sensores piezoresistivos.

Livros como “Ciência dos materiais”, de Shackelford, e “Sensores: Teoria e Aplicação”, de Adamowski, foram coletados na biblioteca do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. Apesar de a Piezoeletricidade ter mais de um século de existência, é ainda um tema difícil de se encontrar nos acervos, tanto na internet como em bibliotecas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para selecionar um material piezoelétrico para aplicações tecnológicas procura-se, em geral, se conhecer algumas de suas propriedades, entre elas podemos destacar a constante de carga piezoelétrica D , constante de tensão piezoelétrica G , coeficiente de acoplamento K , Fator de qualidade mecânico Q e Temperatura de Curie TC (SHIGUE et al, 2010).

A constante de carga piezoelétrica D informa qual é a proporção entre a variação dimensional do material piezoelétrico (em metros) e a diferença de potencial aplicada (em Volts), e entre a geração de cargas elétricas (em Coulombs) e a força aplicada no material (em Newtons). Essa informação é usada principalmente em projetos de posicionadores piezoelétricos e sensores de força/deformação (SHIGUE et al, 2010).

A temperatura de Curie TC em graus Celsius é a temperatura na qual a estrutura cristalina do material sofre uma transição de fase e o mesmo deixa de apresentar propriedades piezoelétricas. Depois de ultrapassada esta temperatura, o material perde a polarização remanescente induzida tornando-se inútil para a utilização como elemento transdutor de energia elétrica em mecânica. Essa informação é indispensável no projeto

de dispositivos que deverão operar em altas temperaturas e de alta potência, como é o caso de alguns sensores (SHIGUE et al, 2010).

Além disso, os sensores piezoelétricos também são muito aplicados a ensaios de falhas em estruturas, medição de densidade e viscosidade de líquidos, medição de vazão de fluidos, etc. (ADAMOWSKI, 2000).

Pode-se considerar um sistema piezoelétrico como um acoplamento de um sistema mecânico e elétrico e descrevê-lo, de forma simplificada, pelas seguintes equações (SHIGUE et al, 2010):

$$D = d\sigma + \epsilon E$$

$$S = s\sigma + dE$$

D – Vetor deslocamento elétrico

ϵ – Permissibilidade dielétrica

d – Coeficiente piezoelétrico

S – Deformação

E – Campo elétrico

s – Coeficiente elástico

σ – Tensão mecânica

Na forma passiva, o transdutor só recebe sinais. Aqui, a propriedade piezoelétrica direta do material é explorada de forma a obter uma voltagem a partir de uma tensão mecânica externa. As balanças eletrônicas encontradas em supermercados ou aquelas muito precisas usadas em laboratórios de pesquisa têm seu funcionamento baseado na piezoeletricidade, pois utilizam cristais que se polarizam ao sofrerem uma deformação. Na área da medicina, eles são usados em aparelhos de exames de ultrassom, convertendo energia elétrica em energia mecânica e vice-versa, produzindo as ondas ultrassônicas. O mesmo princípio também é usado no mapeamento de trincas em ensaios não destrutivos de materiais. Suas aplicações incluem: sonares, microbombas (empregadas em impressoras jato de tinta e micropipetas) e microposicionadores (eletrônica) (SHACKELFORD, 2008).

Os sensores de pressão são, dentre outros métodos, geralmente construídos com materiais piezoresistivos. Esses materiais possuem a capacidade de variar sua resistência quando submetidos a um esforço mecânico. Esse efeito é mais comum em materiais semicondutores, como o silício ou germânio (que são amplamente utilizados na eletrônica na construção de diodos, transistores e circuitos integrados). É importante ressaltar que o efeito piezoresistivo é distinto do efeito piezoelétrico. Enquanto que os materiais piezoelétricos (utilizados em alguns modelos de sensores de vibração e microfones) geram uma tensão quando pressionados ou deformados, os piezoresistivos sofrem uma mudança na sua resistência (PATSKO, 2006).

4. CONCLUSÕES

Apesar de a piezoeletricidade ser um conceito conhecido há mais de um século, ainda há um grande campo a ser explorado, pois pouco foi investido em termos de pesquisa, perante o grande benefício que esta tecnologia pode trazer. Assim, investimentos devem ser feitos, visando um conhecimento mais profundo da piezoeletricidade, para possíveis descobertas de novos materiais que contenham esta peculiaridade da piezoeletricidade; também estudos mais profundos sobre os materiais que já são de conhecimento contendo esta característica tão única. Em consequência, aplicações diversas se tornarão efetivas, com certeza. Devido a essa propriedade ímpar de converter energia mecânica em elétrica e o inverso, os materiais piezoelétricos possuem grande potencial na produção de energia limpa e renovável, como alguns

estudos que visam utilizar asfalto piezoelétrico para geração de energia (SHIGUE et al, 2010).

5. REFERÊNCIAS

ADAMOWSKI, Julio Cezar. **Sensores: Teoria e Aplicações**. Laboratório de Sensores e Atuadores. Departamento de Engenharia e de Sistemas Mecânicos. Escola Politécnica da USP. 2000.

PATSKO, Luis Fernando. **Tutorial: Aplicações, Funcionamento e utilização de sensores**. Maxwell Bohr: Instrumentação Eletrônica. 2006.

SHACKELFORD, James F. **Introdução à ciência dos materiais para engenheiros/** James F. Shackelford ; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Nilson C. Cruz. - São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2008.

SHIGUE, Carlos; ABEL, Ana Maria da Silva; LUIZ, Sandro Galisteu. **Sensores e Atuadores Piezoelétricos**. Maio/2010. Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Lorena – EEL.