

1 Introdução

A medição do deslocamento de um corpo é de fundamental importância no campo da Física e da Engenharia. O deslocamento está associado à mudança da posição de um corpo e pode ser expresso por um vetor tridimensional que representa a mudança do corpo de uma posição estável para outra em relação a uma origem. Para determinar o deslocamento, é necessário medir a mudança da posição em cada direção, o que pode ser feito por meio de uma ampla gama de sensores, dos quais os mais comumente utilizados são os resistivos, os indutivos, os magnéticos e os interferômetros laser. Tipicamente a faixa de deslocamentos medidos por estes sensores varia de alguns nanômetros até o metro.

- Sensores resistivos: o potenciômetro é a tecnologia mais antiga dentre as citadas. Neste tipo de sensor, o movimento mecânico é traduzido por uma variação da resistência [1]. Ele consiste em uma resistência de valor fixo sobre a qual se desloca um contacto deslizante chamado cursor. O movimento do cursor através de uma haste acoplada origina a variação na resistência que é usada para medir deslocamento. Este tipo de medição tem a desvantagem de ter um contacto móvel deslizando sobre condutores fixos, o que produz ruído e causa o rápido envelhecimento do sensor, além da excursão do cursor ter seu movimento limitado pelo tamanho do potenciômetro.

- Sensores capacitivos: estes sensores estão baseados na detecção de uma variação na capacitância de um capacitor de placas paralelas através do deslocamento de um dielétrico em seu interior [1]. Este tipo de sensor permite uma boa exatidão para medições mais com faixa dinâmica reduzida. Outras desvantagens são suas sensibilidades a vibrações, perturbações eletromagnéticas e umidade no ambiente de realização das medidas.

- Sensores Indutivos: se desatacam os LVDTs (iniciais de Linear Variable Differential Transformer [2]) Consiste basicamente de três bobinas, uma emissora e duas receptoras acopladas a um núcleo ferromagnético. O princípio

de medição está relacionado com a variação da indutância mútua entre as bobinas de acordo com a posição do núcleo móvel [3]. A vantagem deste tipo de sensor sobre os outros é seu alto grau de robustez o que o torna pouco sensível a vibrações. Isto é devido ao seu princípio de funcionamento no qual não há contato físico com o elemento sensor, havendo assim desgaste zero deste elemento, tendo uma vida mais longa e boa exatidão.

- Interferômetro laser: é um dos sistemas de medição mais precisos [1], se baseia na interferência de um feixe emitido com o feixe detectado por reflexão sobre o elemento cursor. Os interferômetros laser são usados freqüentemente para a calibração em fabricação de outros sistemas de medida de deslocamento. Tem como desvantagem sua sensibilidade a vibrações.

- Sensores magnetostrictivos: tradicionalmente são baseados na propagação de ondas acústicas através de um tubo, uma fita ou um fio magnetostrictivos [2]. O sensor consiste em um guia de onda magnetostrictivo e um cursor que gera um campo magnético local perpendicular ao guia. Inicialmente uma excitação é gerada ao longo do guia através de um pulso de corrente elétrica. A interação do campo magnético local com o campo gerado pelo pulso de corrente provoca uma força de torção sobre o guia de onda na região do cursor. Devido ao efeito magnetostrictivo, uma deformação mecânica é gerada e se propaga como uma onda elástica na guia de onda, afastando-se em ambos sentidos da região do cursor. Em um dos extremos está colocado um atenuador que impede a reflexão da onda, enquanto no outro está o transdutor receptor da onda propagada. A medição do tempo de voo desde a geração do pulso de excitação até a chegada da onda elástica ao transdutor determina a posição do cursor. Esta técnica é conhecida como *magnetostrictive delay line*. O cursor pode ser uma espira [2,4,5] ou um ímã permanente [5,6]. Os receptores podem ser indutivos [4,6] ou piezoelétricos [2]. Este tipo de sensor tem ótima resolução, mas não é apropriado para aplicações remotas devido à necessidade de utilização de vários equipamentos e circuitos complexos próximos ao sensor.

A seguir uma tabela com as características dos sensores mencionados.

Tabela 1.1: Características de sensores de posição lineares [1,2].

Sensor	Faixa(mm)	Contacto	Abs/Inc	Precisão (μm)
LVDT	1,0 - 60	Sim	Abs	250
Potenciômetro	1000	Sim	Abs	400
Magnetostrictivo	1000	Sim/Não	Abs	200
Capacitivo	150	Sim	Inc	5
Interferômetro laser	150	Não	Inc	0.01

A presente dissertação consiste no desenvolvimento de um novo tipo de sensor magnético de deslocamento sem contacto do elemento sensor com o cursor, utilizando materiais com magnetostricção gigante (GMM), ímãs permanentes e extensômetros. O sensor é composto de duas partes. Na primeira estão pequenos cubóides de GMM com extensômetros colados e na segunda, um ímã permanente, que funciona como cursor a ser fixado no objeto ou estrutura cujo deslocamento se deseja medir. No capítulo 2, é feita uma revisão sucinta do fenômeno da magnetostricção, são detalhados os extensômetros utilizados, o material com magnetostricção gigante é caracterizado em termos de sua capacidade de deformação na presença de campos magnéticos. No capítulo 3 descreve-se a montagem experimental. No capítulo 4, tem-se a análise dos resultados, a partir da qual são obtidas as conclusões apresentadas no capítulo 5.