

**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica**

**Instrumentação
Prof. Jaidilson Jó da Silva**

Experimento 1:

Medição de Inclinação

Data:22/08/2024

Aluno: Rogério Moreira Almeida

Relatório de Caracterização do Acelerômetro ADXL202

Descrição do Sensor

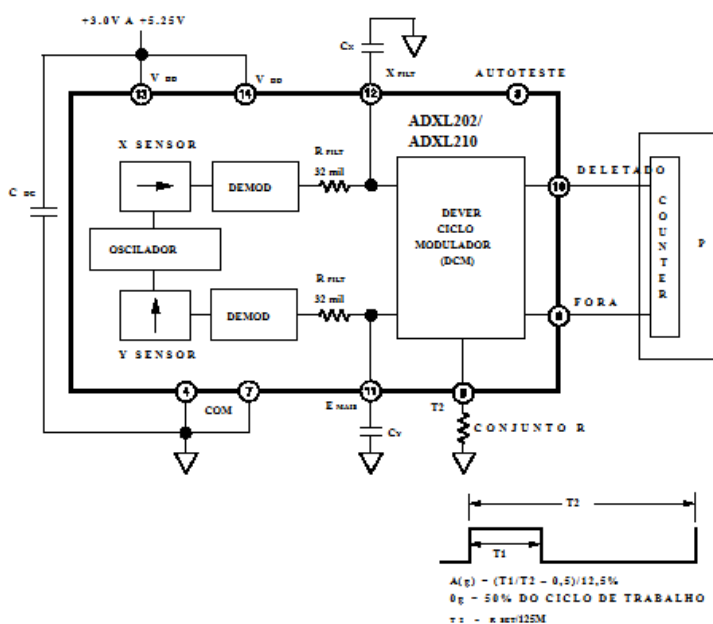
Nome do Sensor: ADXL202

Tipo: Acelerômetro MEMS bidimensional

Descrição: O ADXL202 é um acelerômetro de baixa potência que mede a aceleração em dois eixos (X e Y). Ele utiliza tecnologia micro eletromecânica (MEMS) para detectar a aceleração nâmica (por exemplo, vibração) e aceleração estática (por exemplo gravidade) e converter essas medições em um sinal de saída modulado por largura de pulso (PWM). O tempo do pulso varia de acordo com a aceleração aplicada, permitindo a leitura precisa das forças em ambas as direções.

O sensor é uma estrutura de polissilício micro usinado de superfície construído em cima do wafer de silício. Molas de polissilício suspendem a estrutura sobre a superfície do wafer e fornecem uma resistência contra forças de aceleração. A deflexão da estrutura é medida usando um capacitor diferencial que consiste em placas fixas independentes e placas centrais presas à massa em movimento. As placas fixas são acionadas por ondas quadradas de 180° fora de fase. Uma aceleração desviará o feixe e desequilibrará o capacitor diferencial, resultando em uma onda quadrada de saída cuja amplitude é proporcional à aceleração. Técnicas de demodulação sensíveis à fase são então usadas para segmentar o sinal e determinar a direção da aceleração

Figura 1: Diagrama de Blocos Funcionais



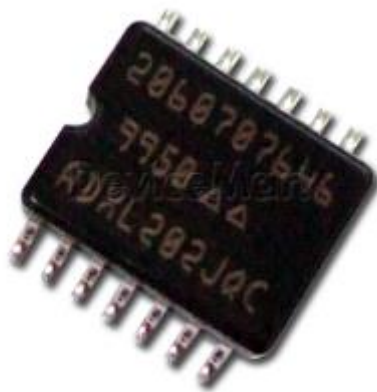
Fonte: ADXL202 folha de dados(1/11 páginas) AD | Baixo custo +/-2 g/+10 g Acelerômetros iMEMS de eixo duplo com saída digital (alldatasheet.com)

Aplicações

Vale ressaltar que quando os dispositivos como micro controladores compartilham a mesma fonte de alimentação, ruídos na alimentação podem causar interferências no sistema ADXL202, mesmo o sistema possuindo mecanismos internos de filtragem.

dispositivos essenciais para o monitoramento da condição de máquinas e estruturas.

Figura 2: [Analog Devices Inc.] ADXL202JQC



Fonte: ADXL202JQC / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)

Dispositivos Eletrônicos Portáteis: Utilizado em smartphones, tablets e controles de videogame para detecção de movimento e orientação.

Sistemas de Navegação: Em veículos e drones, o ADXL202 ajuda na estabilização e orientação.

Monitoramento de Vibrações: Em aplicações industriais para detecção de vibrações e movimentos mecânicos, muito importante no sistema de prevenção e manutenção em maquinários.

Figura 3: utilização de sensor de vibração com a finalidade de mensura a vibração mecânica em um sistema eletromecânico.



Fonte: Vibração mecânica: como reduzir? - Antares Acoplamentos

Dispositivos de Medição de Inclinação: Utilizado em nível digital e sistemas de medição de inclinação.

Descrição do Experimento

Objetivo: Caracterizar o acelerômetro ADXL202 através de seu modelo matemático e realizar a aquisição de dados utilizando o LabVIEW.

Procedimento:

1. **Configuração do Hardware:** Conectar o ADXL202 a um microcontrolador ou placa de aquisição de dados.
2. **Aquisição de Dados com LabVIEW:** Configurar o LabVIEW para capturar o sinal PWM gerado pelo acelerômetro.
3. **Processamento do Sinal:** Converter os sinais PWM em valores de aceleração utilizando o modelo matemático do sensor.
4. **Análise dos Dados:** Plotar os dados obtidos e comparar com o modelo teórico.

Tabela 1: Dado Obtidos no experimento Medição de inclinação com o acelerômetro

ângulo(°)	Tensão(V)	
	x	y
-90	-1,539	1,4595
-85	-1,5348	1,4563
-80	-1,5184	1,4459
-75	-1,4903	1,4169
-70	-1,4481	1,3761
-65	-1,3969	1,3283
-60	-1,339	1,2742
-55	-1,2616	1,2002
-50	-1,1851	1,1128
-45	-1,0848	1,0248
-40	-1,0369	0,9317
-35	-0,8924	0,8293
-30	-0,9023	0,7154
-25	-0,788	0,5992
-20	-0,6348	0,4726
-15	-0,534	0,3448
-10	-0,3893	0,2151
-5	-0,275	0,0805
0	-0,0257	-0,0528
5	0,0043	-0,1877
10	0,1476	-0,3248
15	0,2727	-0,4438
20	0,4113	-0,5792
25	0,5433	-0,6988
30	0,6651	-0,8179
35	0,7965	-0,9371
40	0,9028	-1,0536
45	1,0074	-1,1621
50	1,1079	-1,2541
55	1,2032	-1,331
60	1,2904	-1,4115
65	1,3523	-1,4762
70	1,4245	-1,5329
75	1,5176	-1,5781
80	1,5604	-1,6147
85	1,5662	-1,6354
90	1,5758	-1,608

Modelo Matemático e Gráficos

Modelo Matemático:

Relação entre Aceleração e Inclinação:

A aceleração A_x ou A_y em um dos eixos em função do ângulo de inclinação θ é dada por:

$$A_x = g \cdot \sin(\theta)$$

Sendo g a aceleração da gravidade aproximadamente $9,81 \text{ m/s}^2$ e θ o ângulo ($^\circ$) de inclinação em relação ao eixo horizontal.

Relação entre Tensão e Aceleração:

A tensão de saída V_{out} medida pelo sensor pode ser expressa em função da aceleração A_x ou A_y :

$$V_{out} = V_0 + (V_{sens} \cdot A_x).$$

V_{out} é a tensão de saída medida.

V_0 é a tensão correspondente à condição de zero aceleração.

V_{sens} a sensibilidade do sensor, que expressa quanto a tensão muda por unidade de aceleração (geralmente em V/g).

Relação Final entre Tensão e Inclinação:

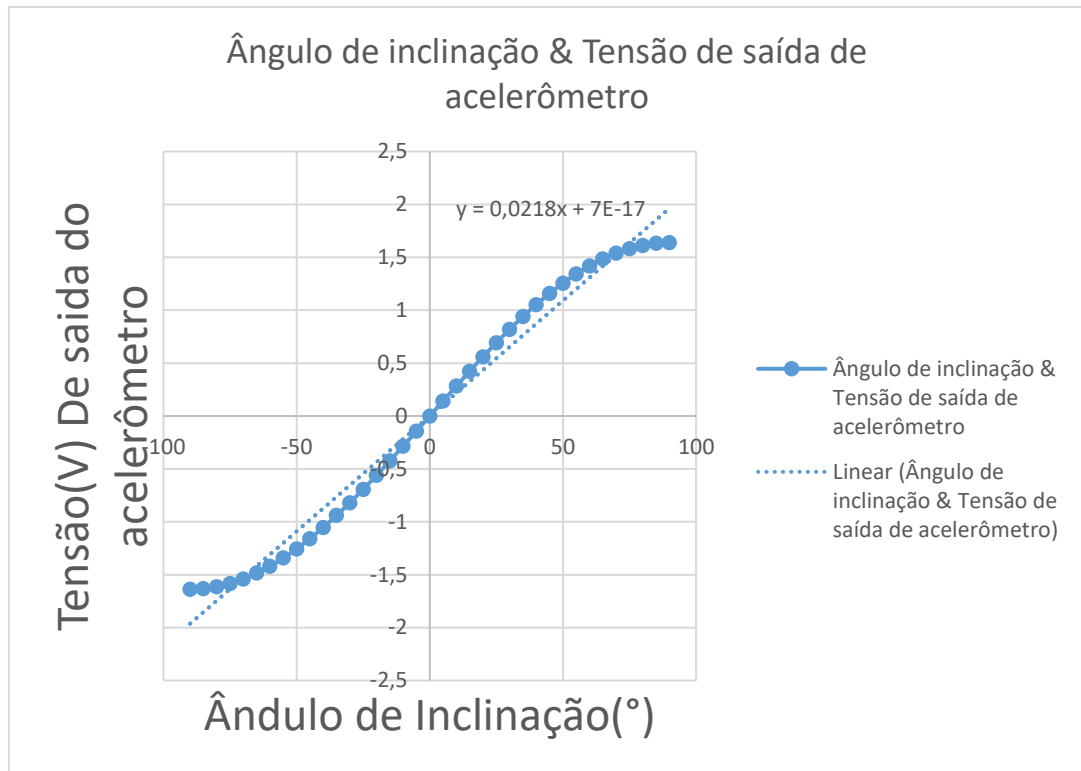
$$V_{out} = V_0 + (V_{sens} \cdot g \cdot \sin(\theta)).$$

Para o sensor ADXL202, o valor típico de V_{sens} é aproximadamente **167 mV/g** (0,167 V/g) para uma alimentação de 5V.

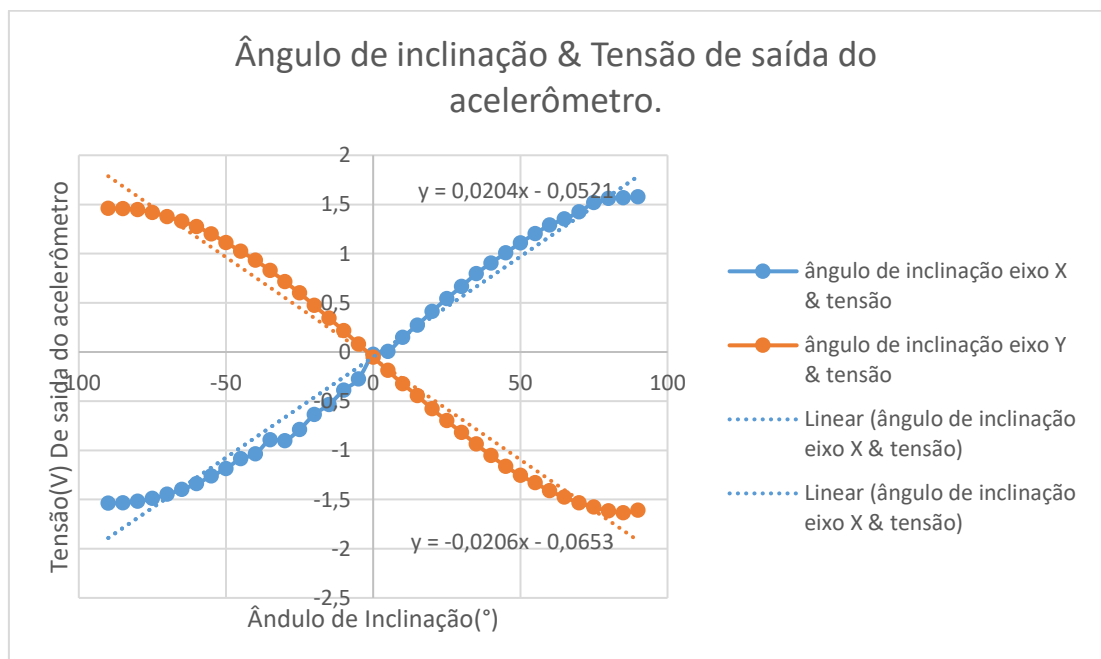
Tabela 2: Dado Obtidos a partir dos cálculos Teóricos de inclinação com o acelerômetro

ângulo(°)	Tensão(V)
	x
-90	-1,63827
-85	-1,632035888
-80	-1,613380998
-75	-1,582447303
-70	-1,53947023
-65	-1,484776858
-60	-1,418783438
-55	-1,34199222
-50	-1,25498763
-45	-1,158431826
-40	-1,053059657
-35	-0,939673068
-30	-0,819135
-25	-0,69236282
-20	-0,56032134
-15	-0,424015477
-10	-0,2844826
-5	-0,142784639
0	0
5	0,142784639
10	0,2844826
15	0,424015477
20	0,56032134
25	0,69236282
30	0,819135
35	0,939673068
40	1,053059657
45	1,158431826
50	1,25498763
55	1,34199222
60	1,418783438
65	1,484776858
70	1,53947023
75	1,582447303
80	1,613380998
85	1,632035888
90	1,63827

- **Gráfico Teórico:** Ângulo de inclinação eixo x & Tensão de saída do acelerômetro.



- **Gráfico Experimental:** Ângulo de inclinação eixo x e y & Tensão de saída do acelerômetro.



Conclusão

O modelo matemático em relação aos dados adquiridos, foi capaz de prever corretamente a aceleração medida, o que prova ser um modelo robusto nos possibilitando a aplicação eficiente do sensor

Limitações e Sugestões: as limitações no experimento se deu por pequenas variações ocasionadas pelo operado na manipulação dos ângulos assim como possíveis inclinações e imperfeições da mesa de medição. Sugestões seria a automatização das variações angulares, facilmente implementada com um micro rolator e um servo motor

Aplicações Futuras: Como os resultados obtidos podemos aplicar em contextos reais de uso do ADXL202. Pois possui um modelo matemático robusto, exige pouca potência da fonte implicando na grande flexibilidade de aplicações

Referências Bibliográficas:

ADXL202 folha de dados(11/11 páginas) AD | Baixo custo ± 2 g/ ± 10 g Acelerômetros iMEMS de eixo duplo com saída digital (alldatasheet.com)

Mascarenhas. A, W. dezembro de 2006. Dispositivo Baseado em Acelerômetros Capacitivos para Monitoração de Máquinas Rotativas. UFCG.

gustavo b. r.m; josé. r.do n.a; lucas. R. a; rogerio. M. a; Thiago. h. de o.s. 2024.
E S T U D O D I R I G I D O : S E N S O R E S , A T U A D O R E S E A P L I C A Ç Õ E S. UFCG

Matérias fornecidos na Disciplina.