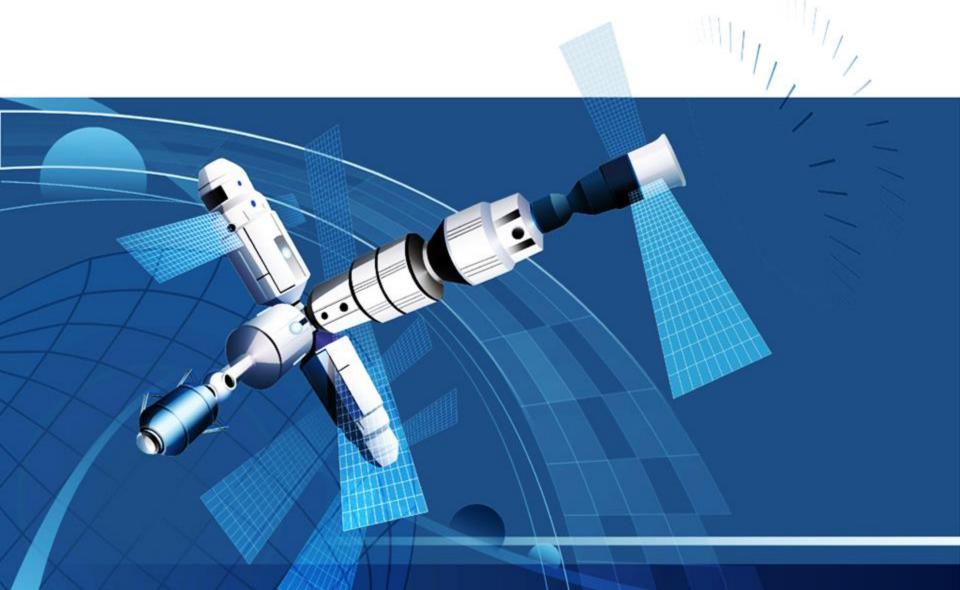
Atech Talks apresenta...



Fui mexer em Satélites com Arduino e olha no que deu!



Sistema de Determinação de Atitude Utilizando Acelerômetro e Giroscópio



Resumo Geral

- Objetivo Principal: Estudar e implantar um sistema de determinação de atitude para veículos aeroespaciais, utilizando sensores embarcados do tipo MEMS;
- Aplicações: Nanossatélites (Cubesats) e Veículos aéreos não Tripulados (VANT).









Afinal... É Altitude ou Atitude??



Definição de Atitude

 Atitude: É uma denominação do setor aeroespacial para a orientação de um objeto (satélites, espaçonaves etc.) em relação a algum referencial de interesse, como o referencial orbital, ou o referencial inercial centrado na Terra.



Vamos falar do Hardware!



Sistemas Embarcados e Dispositivos MEMS

- Sistemas Embarcados: Dedica-se a processar determinadas funções específicas;
- Dispositivo MEMS: Sistemas
 Eletromecânicos com dimensões
 reduzidas;
- CI utilizado: IMU modelo MPU-6050 equipado com giroscópio 3 eixos e acelerômetro 3 eixos.



Processador

Plataforma Arduino Mega 2560

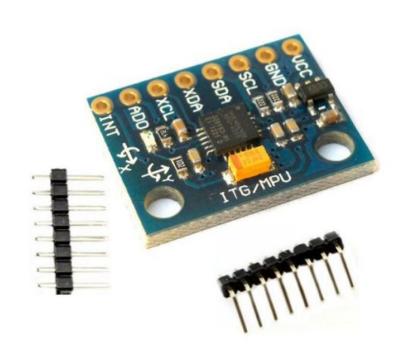


Plataforma Arduino Uno
 (Utilizada nos primeiros testes com acelerômetro e giroscópio)



MPU-6050

- Tensão de Operação: 3-5V;
- Conversor AD 16 bits;
- Comunicação: Protocolo padrão I2C;
- Faixa do Giroscópio: ±250, 500, 1000, 2000°/s;
- Faixa do Acelerômetro: ±2, ±4, ±8, ±16g;
- Dimensões: 20 x 16 x 1mm.



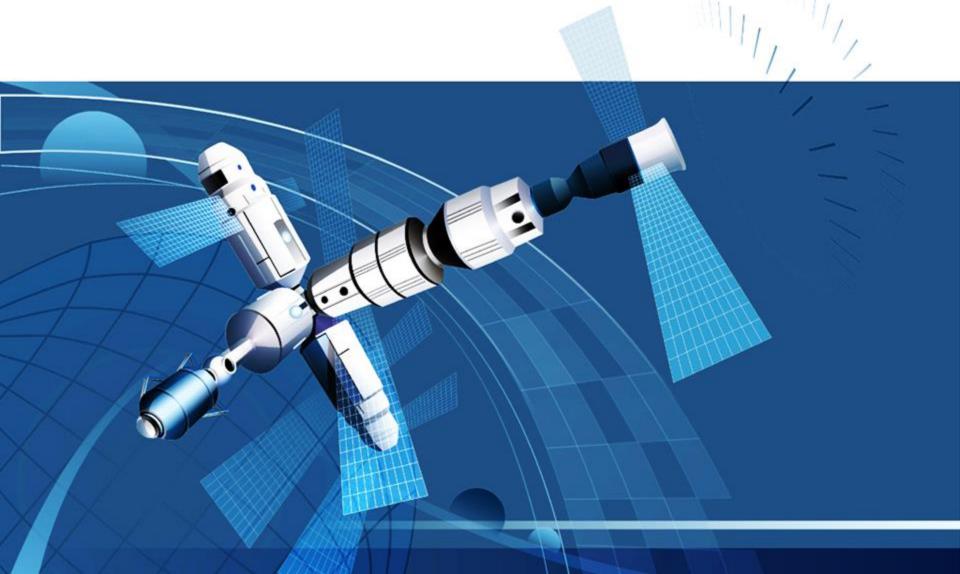


Acelerômetro e Giroscópio

- O acelerômetro é um equipamento utilizado para mensurar a aceleração própria;
- Os giroscópios são utilizados para medir orientação levando em conta a velocidade angular do objeto estudado;
- Um giroscópio MEMS mede a velocidade angular, a partir do qual se pode calcular o ângulo.



Um pouco de Metodologia...



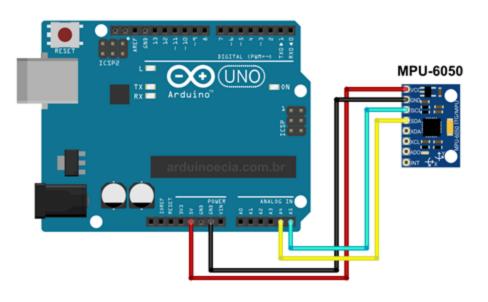
Determinação da Atitude

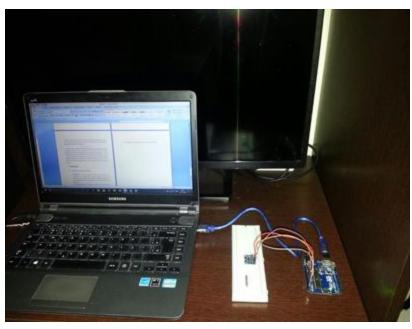
- Métodos:
 - Estimação Estática: TRIAD, Método Q, Quest;
 - Estimação Dinâmica: Filtro de Kalman.
 - Faz uso dos resultados da estimação estática para combinação com as informações provindas do modelo do movimento (predição).

Filtro de Kalman

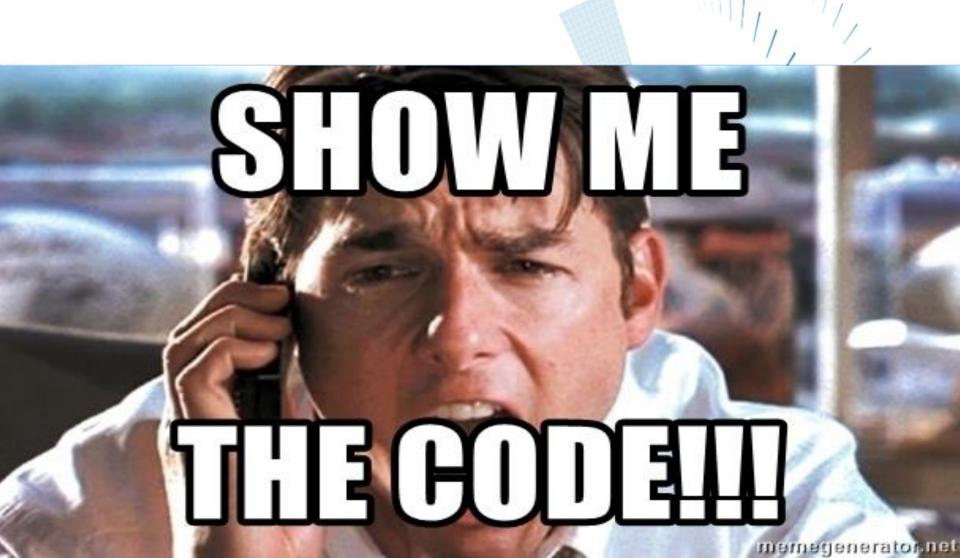
- Filtragem de ruídos aleatórios a partir de medidas e previsões de modelos da dinâmica deste sistema;
- Trata de sistemas lineares;
- Filtro Estendido de Kalman representa uma versão deste algoritmo para sistemas não lineares;
- É composto de duas etapas distintas: predição e correção.

Montagem do aparato



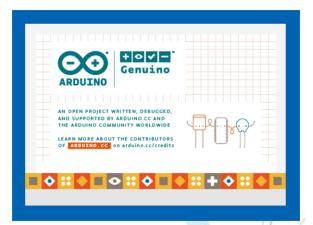


Vamos falar do código!



IDEs Utilizadas





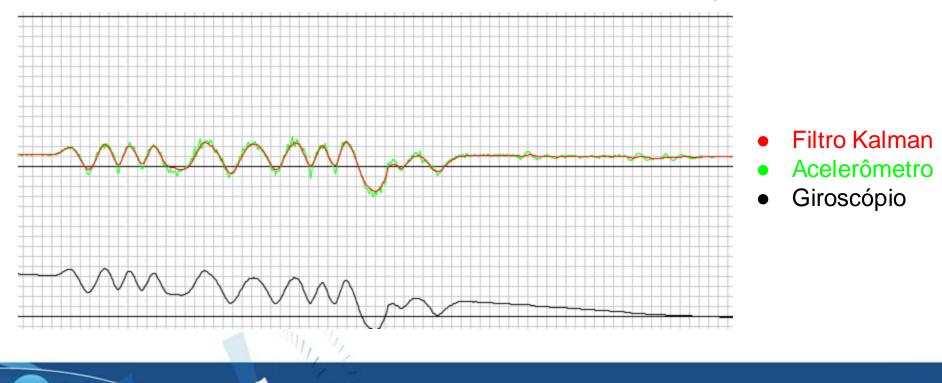
```
_ - ×
Blink | Arduino 1.5.3-Intel.1.0.4
File Edit Sketch Tools Help
                                                                               ø
 Blink
  Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 This example code is in the public domain.
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
 // initialize the digital pin as an output.
 pinMode(led, OUTPUT);
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);
                             // wait for a second
 digitalWrite(led, LOW);
                           // turn the LED off by making the voltage LOW
 delay(1000);
                            // wait for a second
                                                                 Intel® Edison on COM1
```

Estudo para eixo X (Instantes Iniciais)



- Filtro Kalman
- Acelerômetro
- Giroscópio

Estudo para eixo X (passados 15 segundos)



Estudo para eixo Y (Instantes Iniciais)



- Filtro Kalman
- Acelerômetro
- Giroscópio

Estudo para eixo Y (passados 15 segundos)



Conclusões

- Os dados do Giroscópio (Preto) apresenta maior divergência com relação aos dados do acelerômetro (Verde) e Filtro de Kalman (Vermelho). Esse efeito se atenua ao longo do tempo. Apesar disso é um sinal com pouco ruído;
- Já o acelerômetro (Verde), converge com a modelagem do Filtro de Kalman, porém apresenta muito ruído, caracterizando-o como sinal pouco preciso;
- Ambos apresentam erros que prejudicam tanto na precisão, quanto na exatidão do resultado;
- Utilização de um Filtro Estatístico ou de Predição se mostra fundamental.

Simulação e Teste

Visualização e acompanhamento de movimento do sensor em tempo real utilizando 'Processing'.





Referências

- Shuster, M.D; Oh, S.D. Three-axis attitude determination from vector observations. Journal of Guidance and Control, Vol. 4, No. 1, 1981, pp. 70-77;
- NANOSATC-BR. INPE. Website. Disponível em: http://www.inpe.br/crs/nanosat/index.php Acessado em 2 de abril de 2016;
- Hall, Christopher D. Spacecraft Attitude Dynamics and Control.
 Notas de aulas. Virginia Tech, 2003.