

Sensor de posição 2D para pêndulo cônico por acoplamento capacitivo

Samuel Balula, Pedro Ribeiro, Horácio Fernandes e Bernardo Brotas de Carvalho
Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

Introdução

Neste trabalho implementa-se um método de medição, em tempo real, da posição de uma esfera metálica suspensa com dois graus de liberdade no interior de uma caixa de paredes condutoras. A geometria da montagem proporciona um acoplamento capacitivo variável, que depende da distância da esfera a cada plano. Com o circuito dimensionado para medir a capacidade elétrica determinam-se as coordenadas (x,y) da esfera. Pretende-se que o sensor seja aplicado a um pêndulo cônico automatizado, disponibilizado através da plataforma e-lab [1,2].

Aparato experimental

O sensor consiste em quatro placas metálicas retangulares dispostas como as faces laterais de um paralelepípedo de base quadrada, eletricamente isoladas entre si. Cada um dos planos está ligado por um cabo coaxial ao circuito, partilhando a massa através do plano da base, constituindo uma das armaduras do condensador.

A massa suspensa do pêndulo é uma bola de lançamento do peso de ferro fundido com 2Kg, constituindo a segunda armadura do condensador.

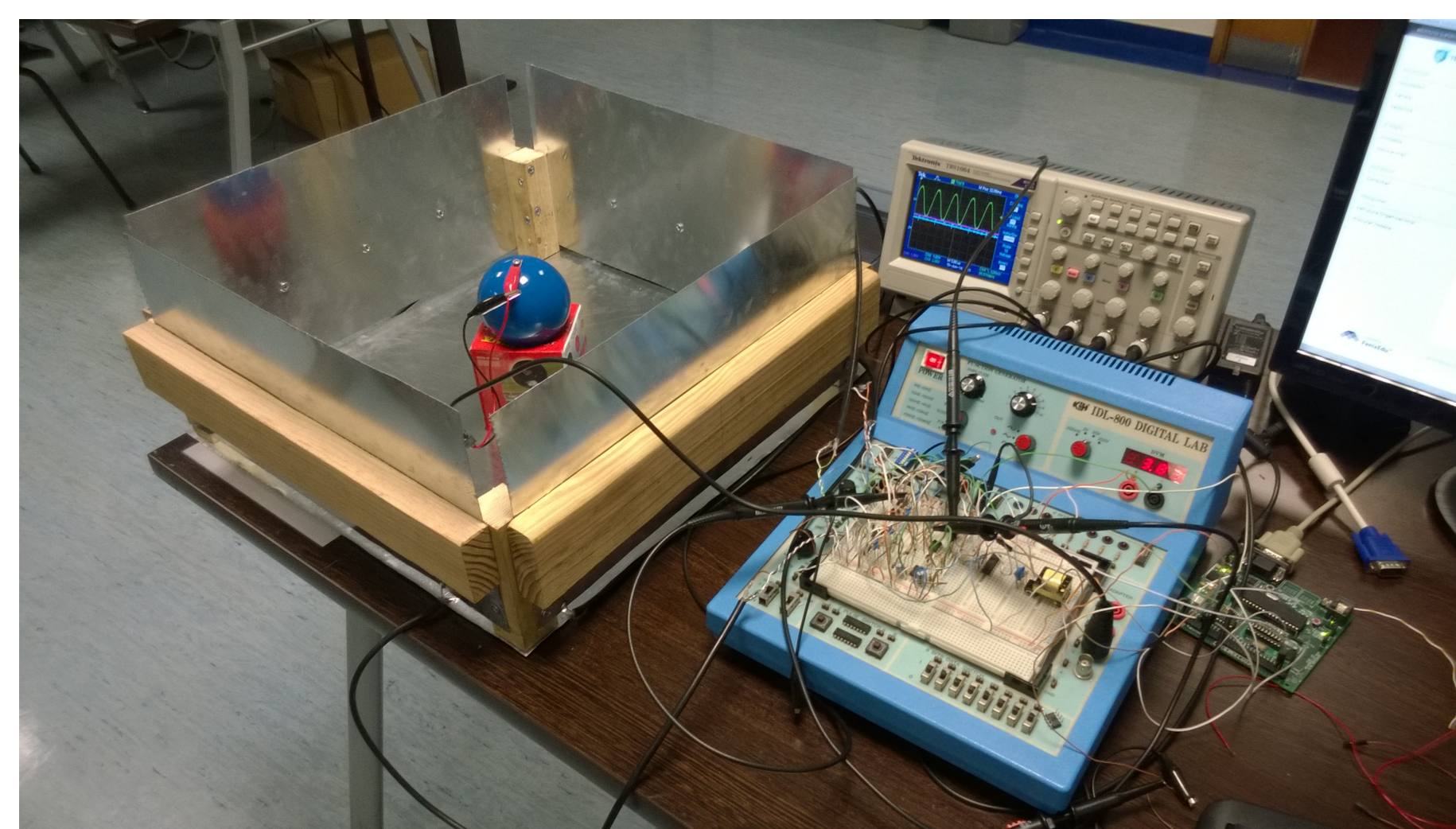


Figura 2: Fotografia da montagem experimental



Figura 3: Pormenor da ligação a um cabo coaxial. O plano na vertical é uma das armaduras do condensador formado com a esfera metálica, o plano horizontal está ligado à massa.

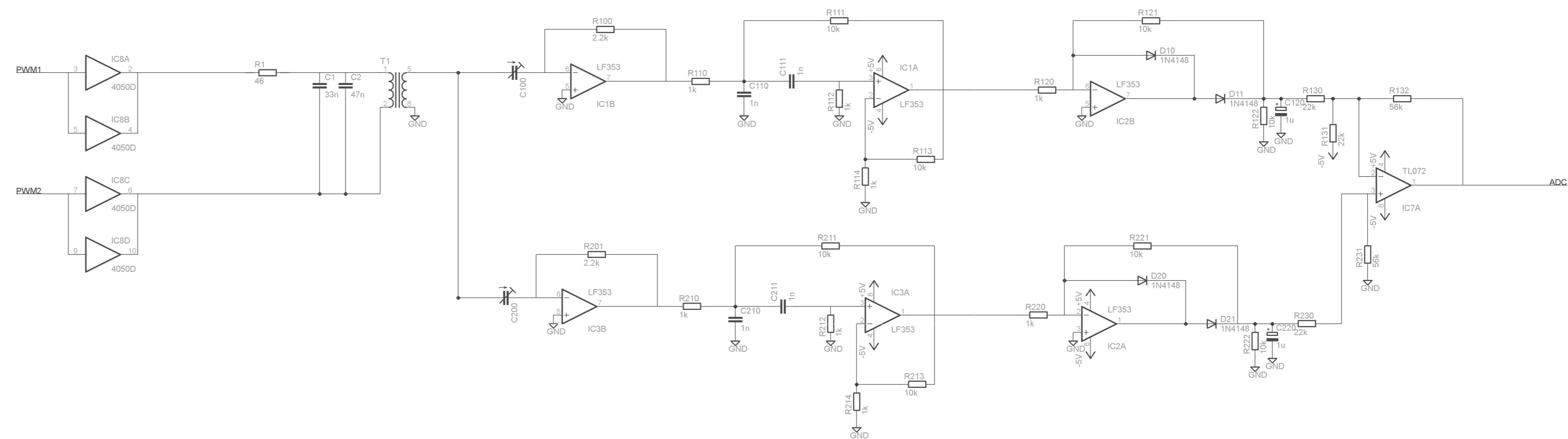


Figura 1: Esquemático do circuito do sensor para um dos pares de planos. Os condensadores variáveis representam o acoplamento capacitivo entre a esfera e cada plano.

Método

Para a medição do acoplamento capacitivo adota-se com o circuito implementado a seguinte abordagem:

- ▶ Impõe-se uma tensão sinusoidal na esfera metálica de frequência 100kHz e amplitude cerca de 40V. Este sinal é gerado por um microprocessador e amplificado por dois buffers e um transformador;
- ▶ O acoplamento capacitivo entre a esfera e cada plano, variável e estimado da ordem das décimas de pF, induz um sinal em cada plano, transmitido pelo cabo coaxial ao circuito;
- ▶ Amplifica-se o sinal obtido com um amplificador de transimpedância;
- ▶ Restringe-se a banda passante em torno dos 100kHz, por aplicação de um filtro passa-banda activo Sallen-Key de segunda ordem, com ganho de 20dB;
- ▶ Retifica-se o sinal com um retificador de precisão, de ganho 20dB;
- ▶ Integra-se o sinal, obtendo-se uma tensão proporcional à amplitude. O filtro passa-baixo passivo utilizado tem frequência de corte 16Hz;
- ▶ Efetua-se uma medida diferencial, subtraindo os sinais de cada par de planos paralelos;
- ▶ Condiciona-se o sinal entre 0 e 4V e mede-se periodicamente (10Hz) a sua tensão com um conversor analógico-digital (ADC);
- ▶ Com os dados recebidos, elabora-se no computador um gráfico (x,y) em que se representa a posição da esfera.

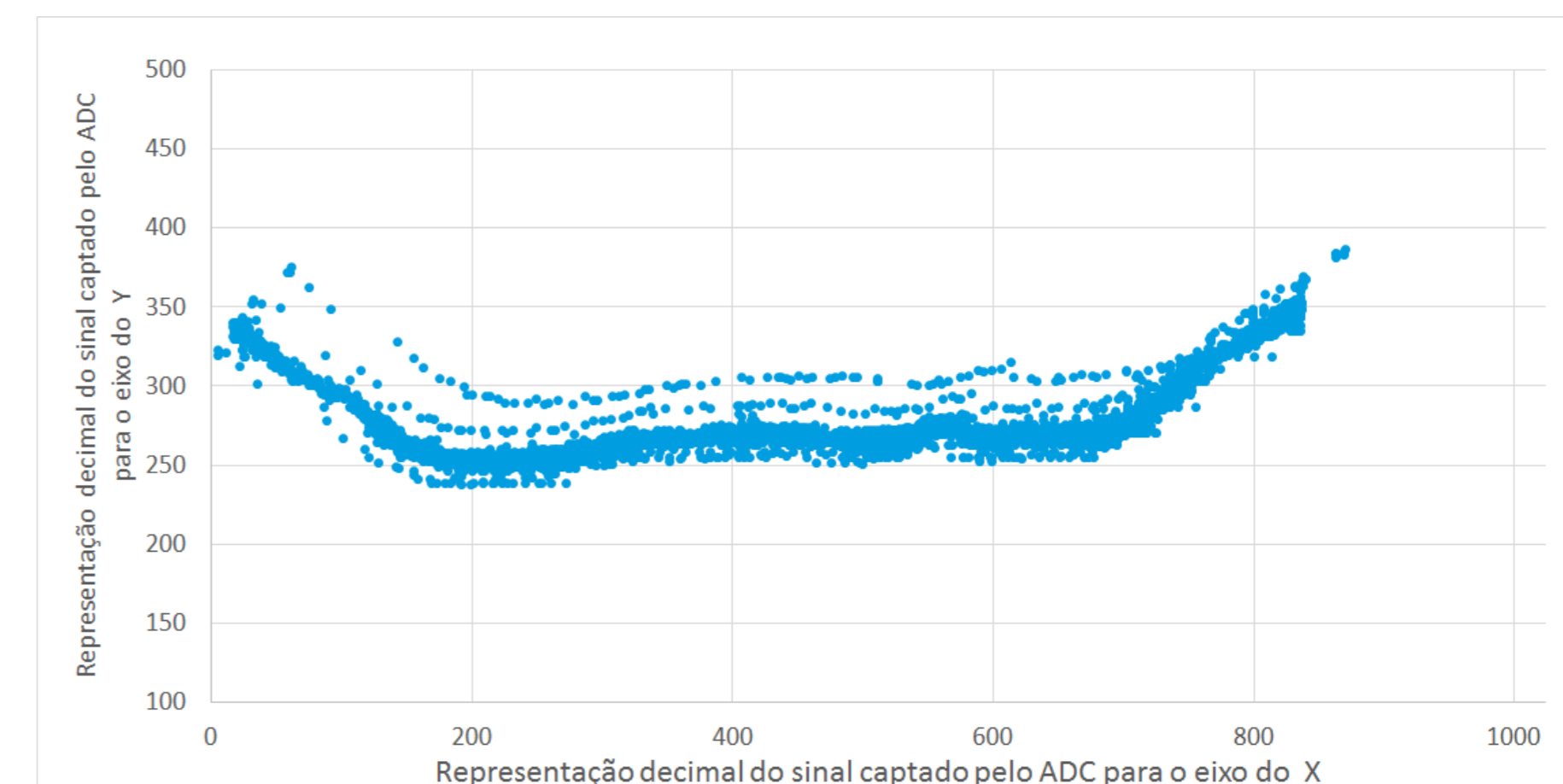


Figura 4: Aquisição de um movimento da esfera ao longo de uma linha reta, não tendo em conta a calibração do sensor

Resultados

Apresentam-se na figura 4 os resultados obtidos pelo ADC numa aquisição em que se fez mover a esfera em linha reta ao longo do eixo dos x. Observa-se uma correspondência aproximadamente linear entre a posição e a medição efetuada. Perto dos planos a medida da posição em y sofre um desvio, o que se justifica por uma alteração na geometria do problema. A dispersão dos pontos é devida a um ruído de alta frequência que se pensa estar relacionado com a montagem na breadboard.

Conclusões

Com o circuito montado na breadboard pode determinar-se, com uma incerteza inferior a 3% (1.2 cm), a posição da esfera.

Trabalho futuro

Encontra-se em fase de produção uma placa em circuito impresso e como objectivos próximos:

- ▶ Elaborar a tabela de calibração do sensor;
- ▶ Construir um suporte para o pêndulo;
- ▶ Automatizar o lançamento da esfera com posição e velocidade iniciais arbitrárias;
- ▶ Disponibilizar a experiência online através da plataforma e-lab.

Referências

- [1] H.Fernandes, S.C.Leal, J.P.Leal, "e-lab: o laboratório online", Gazeta da Física, ISSN 0396-3561, VOL. 33 N°3/4 (2010), p.37-40.
- [2] R.Netto, H.Fernandes, J.Pereira, A.S.Duarte, "e-lab Remote Laboratory Integrated Overview"

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN). Agradecemos ao prof. Umesh Mardolcar e ao Pedro, pela disponibilização das oficinas do departamento de física; ao Tiago Pereira, bolseiro do IPFN, e ao Rui Dias, técnico da oficina do IPFN.



Link: poster em formato digital.



ipfn
INSTITUTO DE PLASMAS
E FUSÃO NUCLEAR