

O projecto consiste num pequeno relatório de não mais de cinco páginas sobre um assunto. Do relatório não devem fazer parte listagens de programas nem *outputs* directos das execuções dos programas.

Os critérios de avaliação serão os seguintes:

- Descrição do problema (clara e sucinta).
- Identificação dos métodos numéricos envolvidos na resolução (o que pode incluir alguma explicação se o método não foi explicado nas aulas).
- Implementação desses métodos em MATLAB.
- Execução dos programas em MATLAB em exemplos práticos (poucos mas relevantes).
- Análise dos resultados numéricos obtidos.

O trabalho realizado deve ser submetido por correio electrónico, até ao dia **20 de Junho de 2011**, para [MatComp.Testes@gmail.com](mailto:MatComp.Testes@gmail.com) na forma de um ficheiro *zipado* com a designação `projectoX.zip` onde X deve ser substituído pelo dígito do número do projecto.

O ficheiro zip deve incluir: todos os ficheiros MATLAB usados, um ficheiro pdf com o relatório, denominado `relatorioX.pdf`, e um ficheiro ascii, denominado `README`, contendo uma descrição sumária de todos os ficheiros enviados.

A figura mostra um indutor espiral plano, implementado em CMOS para uso em circuitos de RF. O indutor é caracterizado por quatro parâmetros-chave:

- $n$ , o número de voltas (que é um múltiplo de 1/4, mas que não precisamos nos preocupar com isso);
- $w$ , a largura do arame;
- $d$ , o diâmetro interno;
- $D$ , o diâmetro exterior.

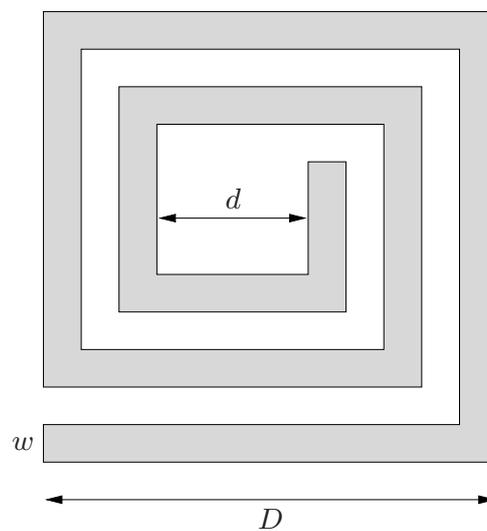


Figura 1: Indutor espiral plano.

A indutância  $L$  de um indutor espiral plano é uma função complexa dos parâmetros  $n$ ,  $w$ ,  $d$ , e  $D$ . Ela pode ser encontrada através da resolução de equações de Maxwell, para o que é necessário um considerável tempo computacional, ou fabricando o indutor e medindo a indutância. Neste problema pretende-se desenvolver um modelo simples indutância aproximada da forma

$$L = \alpha n^{\beta_1} w^{\beta_2} d^{\beta_3} D^{\beta_4},$$

onde  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  e  $\beta_4$  são constantes reais que caracterizam o modelo aproximado. (Como  $L$  é positivo, temos que  $\alpha > 0$ , mas as constantes  $\beta_2, \dots, \beta_4$  podem ser negativas.) Este modelo aproximado simples, se for suficientemente preciso, pode ser usado para o projecto de indutores espirais planares. O ficheiro `dadosProjecto5.m`, disponível na página da disciplina no InforEstudante, contém dados de 50 indutores, obtidos a partir de medições.

- Faça o download do ficheiro execute-o em MATLAB `[n, w, d, D, L] = dadosProjecto5`. Isso gera cinco vectores  $n$ ,  $w$ ,  $d$ ,  $D$ ,  $L$  de comprimento 50. Os  $i$ -ésimos elementos destes vectores são os parâmetros  $n_i$ ,  $w_i$  (em  $\mu\text{m}$ ),  $d_i$  (em  $\mu\text{m}$ ),  $D_i$  (em  $\mu\text{m}$ ) e a indutância  $L_i$  (em nH) para o indutor  $i$ . Assim, por exemplo,  $w_{13}$  dá a largura do fio do indutor 13.

- b. Determine  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  e  $\beta_4$  tais que

$$\hat{L}_i = \alpha n_i^{\beta_1} w_i^{\beta_2} d_i^{\beta_3} D_i^{\beta_4} \approx L_i, \quad i = 1, \dots, 50.$$

A solução deve incluir uma descrição clara de como foram determinados os parâmetros, bem como seus valores numéricos reais.

Note-se que não foi especificado o critério a usar para obter o modelo aproximado (isto é, o ajuste entre  $\hat{L}_i$  e  $L_i$ ); esse critério, no entanto, terá que ser especificado.

- c. Pode definir-se o erro (em percentagem) entre  $\hat{L}_i$  e  $L_i$  como

$$e_i = 100 \frac{|\hat{L}_i - L_i|}{L_i}.$$

Determine o erro médio para os 50 indutores, ou seja,  $(e_1 + \dots + e_{50})/50$ , para o modelo considerado.