

**Segunda Lista de PEA3422 a ser entregue em 29/11/2019**  
**Será computada como uma das questões da prova**

**Otimização: Motor Brushless DC**

Este problema possui detalhamento em:

S. Brisset and P. Brochet, Analytical model for the optimal design of a brushless DC wheel motor, COMPEL - The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering}, vol 24, 3, 829-848, 2005.

O artigo acima foi fornecido no Moodle.

ou em:

<http://optimisation.l2ep.ec-lille.fr/>

No caso da resolução a um único objetivo, pede-se para maximizar o rendimento do motor (figura 1) variando os parâmetros:

1. Diâmetro do Estator ( $D_s$ ) de 150 mm a 330 mm;
2. Indução Magnética no entreferro ( $B_e$ ) de 0.5 T a 0.76 T;
3. Densidade de corrente nos condutores ( $\delta$ ) de 2.0 A/mm<sup>2</sup> a 5.0 A/mm<sup>2</sup>;
4. Indução Magnética nos dentes do motor ( $B_d$ ) de 0.9 T a 1.8 T;
5. Indução Magnética na Coroa do Estator ( $B_{cs}$ ) de 0.6 T a 1.6 T.

A resolução típica deste problema também possui restrições a serem penalizadas:

- i. A massa total do equipamento não pode ultrapassar 15 kg;
- ii. O diâmetro externo do motor deve ser menor do que 340 mm;
- iii. O diâmetro interno do motor deve ser superior a 76 mm;
- iv. Os ímãs devem suportar uma corrente máxima de 125A sem que ocasione a desmagnetização dos mesmos;
- v. A temperatura dos ímãs não pode ultrapassar 120°C;
- vi. O determinante entre ( $D_s, \delta, B_d, B_s$ ) deve ser positivo.

No Moodle são fornecidas duas funções em Matlab, que permitem a montagem de uma função objetivo e de uma função de restrição. Fiz pequenas adaptações com relação aos scripts que foram fornecidos em <http://optimisation.l2ep.ec-lille.fr/> .

São três arquivos:

- brushless\_DC\_wheel\_motor\_function.m
- moteur\_roue.m
- valores.m

Com o primeiro arquivo pode-se calcular  $1-\eta$ . Ele será o núcleo para o processo de otimização. O segundo arquivo é uma sub-rotina tanto do primeiro como do terceiro arquivo.

Já o terceiro arquivo é útil para a obtenção dos valores do objetivo e das restrições a partir de uma solução. Ele **não** deve ser colocado como restrição/objetivo. Já existe um tratamento de restrições, por penalidades, no primeiro arquivo.

A entrada para o primeiro e terceiro arquivos é um vetor. Neste vetor são descritos, **nesta ordem**:

1. Diâmetro do Estator ( $D_s$ ) de *150 mm a 330 mm*;
2. *Indução Magnética no entreferro ( $B_e$ ) de 0.5 T a 0.76 T*;
3. *Densidade de corrente nos condutores ( $\delta$ ) de 2.0 A/mm<sup>2</sup> a 5.0 A/mm<sup>2</sup>*;
4. *Indução Magnética nos dentes do motor ( $B_d$ ) de 0.9 T a 1.8 T*;
5. *Indução Magnética na Coroa do Estator ( $B_{cs}$ ) de 0.6 T a 1.6 T*.

**Atenção:**

Neste exercício, ao invés de se restringir a massa a 15 kg, fica estabelecido que o valor máximo para a massa deve seguir a seguinte a Tabela 1, ou seja, cada aluno terá um limite superior para a restrição da massa. O método para solução do problema fica igualmente estabelecido na Tabela 1.

Tabela 1 Especificação da Massa Máxima do Motor por aluno

NUSP	Nome	Massa Máxima (kg)	Método a ser utilizado
8041709	Augusto Angelo Pereira Damasceno	15,25	GA
8992590	Guilherme Carvalho Gaspar de Barros Bello	15,5	PARTICLE
7630677	Henrique Jun Ozaki	15,75	GA
9900549	Henrique Mitsuo Hokama	16	PARTICLE
9373802	Joao Vitor Martinho do Prado	15,25	GA
8527221	Julia Peixoto Barbosa	15,5	PARTICLE
8610457	Leandro Oliveira Martins	15,75	GA
9837312	Lucas Alfredo Issa	16	PARTICLE
8588421	Martin Melo Dias	16,25	GA
9351231	Matheus Borges Fontao Cordeiro	16,5	PARTICLE
9837409	Rodrigo Rozenblit Tiferes	16,75	GA
8993393	Sérgio Mishima dos Santos Barbosa	17	PARTICLE
9836882	Thais Rosa Rey	17,25	GA
8043607	Tomás D'Afonseca e Silva	17,5	PARTICLE
8507250	Vinicius Costa Meneses Nunes	17,75	GA
7961520	Wellington Timoteo de Andrade	18	PARTICLE

Isto implica uma pequena alteração no arquivo:

[brushless\\_DC\\_wheel\\_motor\\_function.m](#) em sua linha 58.

A comparação da variável out na posição 1 deve ser com o valor máximo prescrito para o aluno(a). Basta adequar o valor. Notem que se adotou uma estratégia bastante simples de penalidade.

A descrição esquemática deste problema pode ser vista no diagrama da figura 1. Nele os parâmetros descritos acima estão esquematizados e há uma sugestão de resolução deste mesmo problema através de uma ferramenta de otimização do *Matlab*.

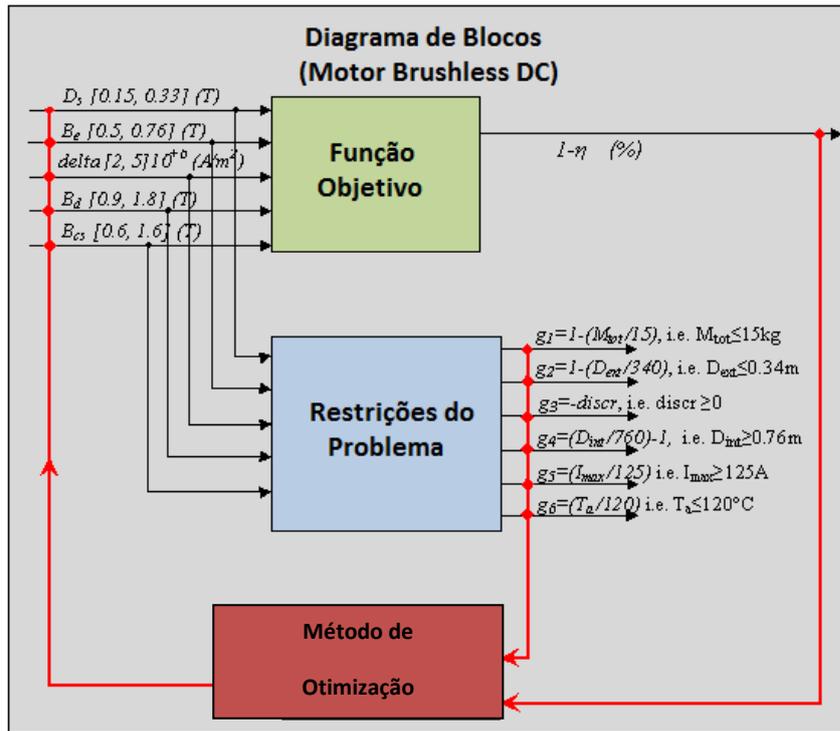


Figura 1: digrama de blocos

Dica de procediemnto: veja no Matlab o Funcionamento da função ga e da função particleswarm.

## Resultados

Faça 10 rodadas de cada método de solução do seu problema com o método solicitado.

Apresente de forma clara o setup adotado para a solução do problema, por exemplo, tamanho da população, tolerância adotada entre outros valores.

Dica de procedimento: veja no Matlab o funcionamento da função ga ou da função particleswarm. Faça um pequeno script que possibilite a obtenção dos dados de 10 rodadas distintas do método.

Apresente os resultados em forma de duas tabelas. quais sejam:

Tabela 2: Resultados obtidos ao resolver o problema

$D_s$	$B_e$	$\delta$	$B_d$	$B_{cs}$


Tabela 3 Valores do Rendimento e das restrições após a resolução do problema

	Valor Médio	Desvio Padrão
Rendimento		
Dint (mm)		
Dext (mm)		
lmax		
Ta		
Mtot		

Para obter os resultados da Tabela 3, use os valores dos 10 casos obtidos e use a função valores.m

Comente os resultados obtidos.

Existe alguma variável(is)/restrição(ões) com tendência para um determinado valor?

Especifique. Há alguma forma matemática para afirmar qual(is) são estas variáveis/restrição(ões). Tente ainda justificar fisicamente o porquê deste comportamento.

Um colega de turma resolveu um problema em que a restrição de massa era mais forte (ou fraca). Na sua opinião, qual a tendência dos valores que ele deve obter. Em qual contexto de otimização a sua solução e a do seu colega se encontra. Explique com suas próprias palavras.