

Лабораторно упражнение 3: Решаване на оптимизационни проблеми с Matlab

Владимир Димитров

September 20, 2018

Съдържание

1	Описание	1
2	Използвани функции в Matlab	2
3	Задачи за изпълнение	2
3.1	Задача 1	2
3.2	Задача 2	3

1 Описание

Целта на упражнението е да се прегледат основните възможности на Matlab за оптимизация или математическо програмиране. Целта на оптимизацията е да се намери x , което минимизира (или е максимум) на функцията $f(x)$, спазвайки определени условия, описани чрез функции f_i . Математически може да се запише съгласно

$$\begin{aligned} & \underset{x}{\text{minimize}} && f_0(x) \\ & \text{subject to} && f_i(x) \leq b_i, i = 1 \dots m \end{aligned}$$

Векторът x е оптимизационната променлива на проблема с дименсия m . f_0 е целевата функция, която трябва да се минимизира, а f_i са функции задаващи условия,

които трябва да бъдат спазени при оптимизацията. Границите на тези условия са отбелязани с b_i .

В зависимост от вида на функцията и условията видовете оптимизационни задачи могат да бъдат :

- Линеини (линейно програмиране), ако функцията f_0 и f_i и е са линейни
- Квадратични - ако проблемът няма условия е вид регресионен анализ, разгледан в миналото упражнение.
- Нелинейни

В упражнението ще бъдат разгледани примери само за първите два вида проблеми с условия, като за повече информация може да се погледне в [1].

2 Използвани функции в Matlab

fminbnd, linprog, quadprog

3 Задачи за изпълнение

3.1 Задача 1

Ogg е лидер на учудващо математически напреднало, но технологически посредствено, племе наречено "Tribe of Ogg Obviously". Като лидер той е натоварен с тежката задача да реши колко каменни бухалки и брадви е необходимо да бъдат произведени за предстоящата битка със съседното племе на Bobb (наречено "Peaceful Sunset"). Опитът го е научил, че всяка бухалка е добра за средно 0.45 убийства и 0.65 осакатявания, докато всяка брадва за 0.70 убийства и 0.35 осакатявания. Производството на една бухалка изисква 2.3 кг камък и 2.1 човеко-часа труд, докато производството на брадва изисква 1.4кг камък и 4.3 човеко-часа труд. Племето на Ogg разполага с 109кг камък предназначено за производство на оръжия и 200 човеко-часа очаквано време за труд до предстоящата битка (която Ogg е сигурен, че ще прекрати всички войни до края на света). Ogg оценява пораженията нанесени на противника като всяко убийство е еквивалентно на 2 осакатявания и би желал да получи оптималният микс от оръжия, които биха довели до максимални поражения над племето на Bobb.

- Формулирайте задачата като линеен оптимизационен проблем.
- Представете проблем графически, очертавайки полето на възможни решения
- Решете проблема графично
- Решете проблема използвайки възможностите на Optimization Toolbox

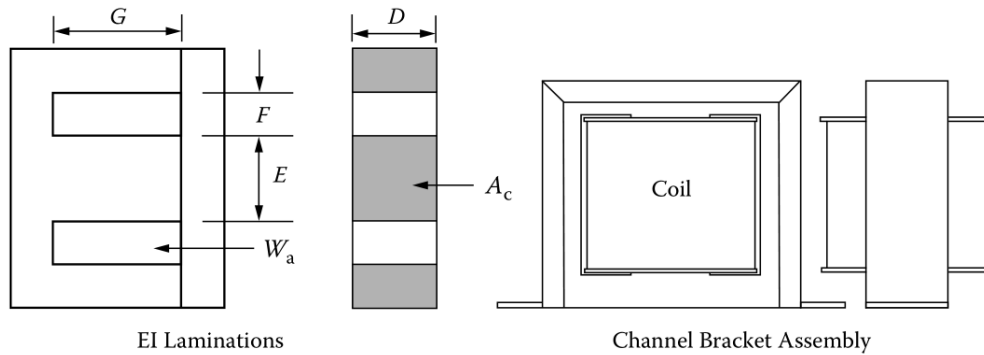


Figure 3.1:

3.2 Задача 2

Индуктивността, която може да се получи за даден материал и магнитопровод се дава съгласно зависимостта

$$L = \frac{\mu_0 N^2 A_c}{\frac{MPL}{\mu_{eff}} + l_g}$$

Във формулата N е брой навивки, A_c - сечение на използвания магнитопровод, MPL - средна дължина на една магнитна линия, l_g - въздушна сърцевина, $\mu_0 = 0.4\pi 10^{-8} [H/m]$

При проектирането за максимална индуктивност е необходимо да бъдат спазени три условия :

- Загубите да бъдат по-малки от определена стойност
- Използваният проводник да се събере в избрания магнитопровод
- Максималната магнитна индукция B да бъде по-малка от стойността на насищане за използвания материал

Всяко от трите условия е опростено за разглежданата задача:

Загуби: Разглеждат се само загубите от проводимост, като се апроксимира съпротивлението на използваният проводник със зависимостта:

$$R_L = \rho \frac{MLT}{A_w}$$

Във формулата $\rho = 1.68 * 10^{-8} [\frac{\Omega}{m}]$ е специфичната проводимост, която е дадена за мед. MLT е средната дължина на една навивка, A_w е сечението на проводника.

Размери: Навивките трябва да се съберат във прозорчето на магнитопровода W_a , което е показани на фигура 3.1 за тип EI.

За да бъде изпълнено това условие е необходимо максималният им брой навивки да бъде по-малък от:

$$N_{max} = \frac{SW_a}{A_w}$$

Part No.	W _{icu} grams	W _{ifc} grams	MLT cm	MPL cm	W _a	A _c cm ²	W _a cm ²	A _p cm ⁴	K _g cm ⁵	A _t cm ²
					A _c					
EI-375	36.1	47.2	6.7	7.3	1.754	0.862	1.512	1.303	0.067	46.2
EI-021	47.6	94.3	8.2	8.3	1.075	1.523	1.638	2.510	0.188	62.1
EI-625	63.5	170.0	9.5	9.5	0.418	2.394	1.890	4.525	0.459	83.2
EI-750	108.8	296.0	11.2	11.4	0.790	3.448	2.723	9.384	1.153	120.0
EI-875	171.0	457.0	13.0	13.3	0.789	4.693	3.705	17.384	2.513	163.0
EI-100	254.0	676.0	14.8	15.2	0.790	6.129	4.839	29.656	4.927	212.9
EI-112	360.0	976.0	16.5	17.2	0.789	7.757	6.124	47.504	8.920	269.4
EI-125	492.0	1343.0	18.3	19.1	0.789	9.577	7.560	72.404	15.162	333.0
EI-138	653.0	1786.0	20.1	21.0	0.789	11.588	9.148	106.006	24.492	403.0
EI-150	853.0	2334.0	22.0	22.9	0.789	13.790	10.887	150.136	37.579	479.0
EI-175	1348.0	3711.0	25.6	26.7	0.789	18.770	14.818	278.145	81.656	652.0
EI-225	2844.0	7976.0	32.7	34.3	0.789	31.028	24.496	760.064	288.936	1078.0

Figure 3.2:

Във формулата W_a е размера на прозорчето, A_w - сечение на избрания проводник, S_2 - коефициент определящ запас, който нека приемем за 0.4, като повече информация за него може да бъде намерено в [2].

Индукция: Необходимо е индукцията B в магнитопровода да не превишава максималната за материала

$$N = \frac{B_{max} \left(\frac{MPL}{\mu_{eff}} + l_g \right)}{\mu_0 I}$$

Във формулата I е максималната стойност на тока през проводниците.

Параметрите на съществуващи магнитопроводи са показани на фигура 3.2.

Вашата задача е да се проектира максималната възможна индуктивност за филтър по постоянен ток $I=10A$, като са избрани материал Silicon ($\mu = 1500$), магнитопровод EI-375 и сечение на проводник $A_w = 2.62[mm^2]$. Необходимо е да се спазят условията :

- Загуби от проводимост $<100W$
- Максимална индукция $<1.6T$

Литература

- [1] S. Boyd, S.P. Boyd, L. Vandenberghe, and Cambridge University Press. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004.
- [2] C.W.T. McLyman. Transformer and Inductor Design Handbook. CRC Press, 2017.