

ИСПИТ ИЗ ИНЖЕЊЕРСКИХ ОПТИМИЗАЦИОНИХ АЛГОРИТАМА

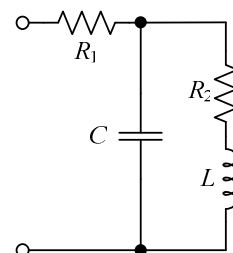
14. фебруар 2024.

Напомене. Испит траје 180 минута. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба овога листа папира, литературе и рачунара. Коначне одговоре уписати у одговарајуће кућице, учртати у дијаграме или заокружити понуђене одговоре. Кодове програма коришћених за решавање питања архивирати преко сајта предмета. Решења питања признају се само уколико садрже извођење, образложење или уколико постоји архивиран одговарајући код. Попунити податке о кандидату у следећој табели. Сваки задатак носи до 20 поена.

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ		ЗАДАТАК		Укупно
Индекс (година/број)	Презиме и име	1.	2.	
/				
ПРЕДИСПИТНЕ ОБАВЕЗЕ				ОЦЕНА

1. Мрежу на слици 1 чине отпорници отпорности R_1 и R_2 , калем индуктивности L и кондензатор капацитивности C . Комплексна импеданса ове мреже дата је изразом $\underline{Z} = R_1 + \frac{R_2 + j2\pi fL}{1 - (2\pi f)^2 LC + j2\pi fR_2C}$, где је f учестаност, а $j = \sqrt{-1}$.

Модул комплексне импедансе мреже $Z = |\underline{Z}|$ измерен је на 10 различитих учестаности из опсега $300 \text{ kHz} \leq f \leq 3000 \text{ kHz}$, а резултати тих мерења дати су у табели I. Потребно је одредити непознате параметре мреже R_1 , R_2 , L и C . Обе отпорности су у опсегу $0 \leq R_1, R_2 \leq 20 \Omega$, индуктивност је у опсегу $0 \leq L \leq 20 \mu\text{H}$, а капацитивност је у опсегу $0 \leq C \leq 20 \text{ nF}$.



Слика 1.

Табела I. Измерене вредности модула комплексне импедансе и учестаности мерења.

f [kHz]	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
Z [Ω]	27,00	45,62	40,51	24,18	17,31	13,95	12,04	10,84	10,03	9,45

(а) Усвојити и записати оптимизациону функцију која је коришћена за решавање описаног проблема. Навести да ли се тражи минимум или максимум оптимизационе функције.

(б) Навести оптимизациони алгоритам (или алгоритме) коришћен за решавање, као и параметре коришћеног алгоритма.

(в) Пронаћи и записати вредности параметара мреже R_1 , R_2 , L и C и пронађену вредност оптимизационе функције.

(г) На истом графику нацртати задате измерне вредности и модуле комплексне импедансе мреже за пронађене вредности параметара. При рачунању модула комплексне импедансе учестаност варирати у опсегу $f \in [0, 3000 \text{ kHz}]$ са кораком мањим или једнаким од $\Delta f = 10 \text{ kHz}$. Добијени график и одговарајући код архивирати кроз портал на сајту предмета.

2. Дато је $N = 48000$ могућих решења једног вишекритеријумског оптимизационог проблема. Подаци су записани у текстуални (ASCII) фајл који је доступан на сајту предмета. Првих 5 редова тог фајла приказани су на слици 2. Један ред фајла одговара једном решењу задатог оптимизационог проблема. Први податак у реду је цео број који означава редни број решења, а наредна четири податка су реални бројеви y_1, y_2, y_3 и y_4 . Задата су три критеријума оптимизације:

(1) максимизирати y_1 , (2) минимизирати y_2 и (3) минимизирати $20 \log_{10} \left| \frac{\underline{z} - 50,0}{\underline{z} + 50,0} \right|$, где је $\underline{z} = y_3 + jy_4$ и $j = \sqrt{-1}$.

1	1.576086594476260e+000	1.103471404587410e+000	3.934023437500000e+002	-5.114645996093750e+002
2	5.626702341637940e+000	5.088399632032981e-001	9.419384765625000e+001	-2.818234863281250e+002
3	-2.747627193765050e+000	-9.612913873266630e-001	1.349856262207030e+002	6.677355194091800e+001
4	3.908332331378150e+000	8.404128696060500e-001	7.057877197265621e+002	1.429054718017580e+002
5	-1.576679199160460e-001	3.203567527610360e+000	9.744741821289060e+002	-9.775334167480470e+001

Слика 2. Првих 5 редова фајла са подацима.

(а) Записати формалну дефиницију овог оптимизационог проблема.

(б) Пронаћи укупан број парето оптималних решења овог проблема и записати редне бројеве тих решења.

(в) Из скупа парето оптималних решења издвојити и записати оно решење које је најбоље по **првом** критеријуму.

(г) Из скупа парето оптималних решења издвојити и записати оно решење које је најбоље по **другом** критеријуму.

ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА СА ИСПИТА ИЗ ИНЖЕЊЕРСКИХ ОПТИМИЗАЦИОНИХ АЛГОРИТАМА ОДРЖАНОГ 14. ФЕБРУАРА 2024. ГОДИНЕ

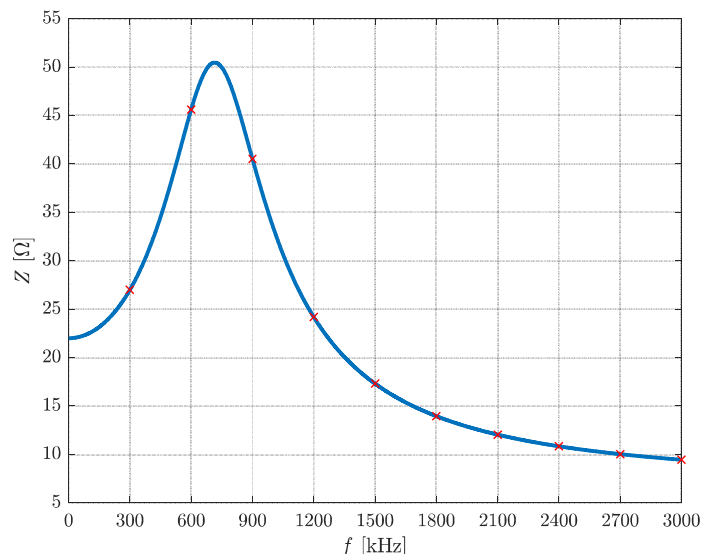
Расподела поена по питањима је означена у заградама.

1. (а) Једна дефиниција оптимизационе функције је $f(\mathbf{x}) = \sqrt{\sum_{k=1}^{10} (Z_m(f_{mk}) - Z(f_{mk}, \mathbf{x}))^2}$, где је $\mathbf{x} = (R_1, R_2, L, C)$, f_{mk} су учестаности на којима су извршена мерења, а Z_m су измерене вредности модула комплексне импедансе из табеле I. (2) За изабрану оптимизациону функцију проблем се своди на одређивање минимума $f(\mathbf{x})$. (2)

(б) Задатак се може решити *Nelder-Mead simplex* алгоритмом или другим оптимизационим алгоритмима који се могу применити на генералну класу NLP оптимизационих проблема. (2)

(в) За параметре $R_1 \approx 7 \Omega$, $R_2 \approx 15 \Omega$, $L \approx 5 \mu\text{H}$ и $C \approx 9 \text{ nF}$ вредност оптимизационе функције је $f \approx 9 \cdot 10^{-3} \Omega$. (8)

(г) Добијени график приказан је на слици 1. (6)



Слика 1. Измерене вредности и модул комплексне импедансе оптимизоване мреже.

2. (а) $f_1 = \max y_1$, $f_2 = \min y_2$, $f_3 = \min 20 \log_{10} \left| \frac{y_3 + jy_4 - 50}{y_3 + jy_4 + 50} \right|$, на задатом скупу решења. (2)

(б) Постоји 45 решења која су парето оптимална. Редни бројеви тих решења су:

1302, 2594, 4042, 4821, 5424, 6541, 10036, 10285, 12031, 12101, 13969, 14323, 16373, 17536, 18635, 20104, 21413, 25395, 25407, 25955, 26290, 26452, 26601, 28578, 29815, 30710, 31575, 33557, 33893, 38355, 40221, 40608, 40794, 40996, 41760, 43578, 44528, 44858, 44974, 45422, 45497, 45882, 46148, 47304, 47435. (8)

(в) Најбоље парето оптимално решење по **првом** критеријуму је решење са редним бројем 41760, за које су вредности оптимизационих функција

$(f_1, f_2, f_3) = (11, 5648036643222, 2, 63554077742077, -5, 308683767409482)$ (5)

(г) Најбоље парето оптимално решење по **другом** критеријуму је решење са редним бројем 13969, за које су вредности оптимизационих функција

$(f_1, f_2, f_3) = (9, 50218656091284, -30, 9612952404958, -0, 022419538295369)$. (5)

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА БИЋЕ ОБЈАВЉЕНИ ДО 14. ЈАНУАРА У 18:00, НА САЈТУ ПРЕДМЕТА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ ЈЕ 14. ЈАНУАРА ОД 18:00 ДО 18:30 ЧАСОВА У ЛАБОРАТОРИЈИ 64.