

ИСПИТ ИЗ ИНЖЕЊЕРСКИХ ОПТИМИЗАЦИОНИХ АЛГОРИТАМА

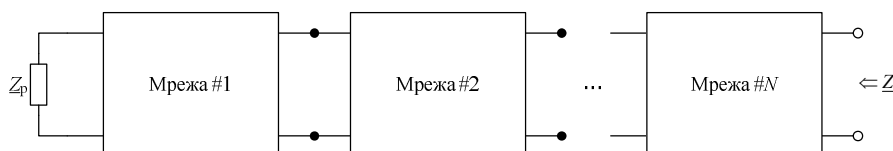
17. јануар 2020.

Напомене. Испит траје 180 минута. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба овога листа папира, литературе и рачунара. Коначне одговоре уписати у одговарајуће кућице, уцртати 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. Задаци укупно носе до 40 поена.

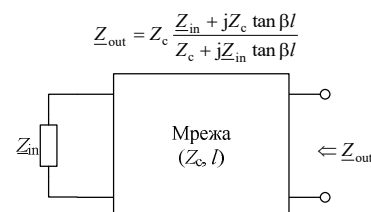
ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ		ЗАДАТАК				Укупно
Индекс (година/број)	Презиме и име	1.	2.	3.	4.	
/						
ПРЕДИСПИТНЕ ОБАВЕЗЕ						ОЦЕНА

Ради прилагођења пријемника комплексне импедансе $Z_p = 100(1-j)\Omega$, у опсегу учестаности, формира се низ који се састоји од више каскадно повезаних мрежа, као што је приказано на слици 1. Једна мрежа приказана је на слици 2 и она је дефинисана са два реална броја (параметра) Z_c и l . Трансформација комплексне импедансе једне мреже дата је изразом $Z_{out} = Z_c \frac{Z_{in} + jZ_c \tan \beta l}{Z_c + jZ_{in} \tan \beta l}$, где је Z_{in} комплексна импеданса на улазу мреже, $\beta = \frac{2\pi f}{c_0}$, f је радна учестаност у херцима, $c_0 = 299792458 \text{ m/s}$, Z_c је импеданса у омима, $j = \sqrt{-1}$ и l је дужина у метрима. Коefицијент рефлексije (у децибелима) рачуна се према формули $\rho_{[dB]} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \right|$, где је Z комплексна импеданса на излазу читавог низа (која зависи од радне учестаности) и $Z_0 = 50 \Omega$.

Уколико је број мрежа у низу $N = 7$, одредити параметре свих мрежа (Z_{ck} и l_k , $k = 1, 2, \dots, N$) тако да коефицијент рефлексije буде мањи или једнак од -20 dB ($\rho_{[dB]} \leq -20 \text{ dB}$) у што већем броју тачака у опсегу учестаности $500 \text{ MHz} \leq f \leq 1500 \text{ MHz}$, са кораком од 1 MHz . Ограничења за параметре свих мрежа су $20 \Omega \leq Z_{ck} \leq 120 \Omega$ и $30 \text{ mm} \leq l_k \leq 110 \text{ mm}$, $k = 1, 2, \dots, N$.



Слика 1.



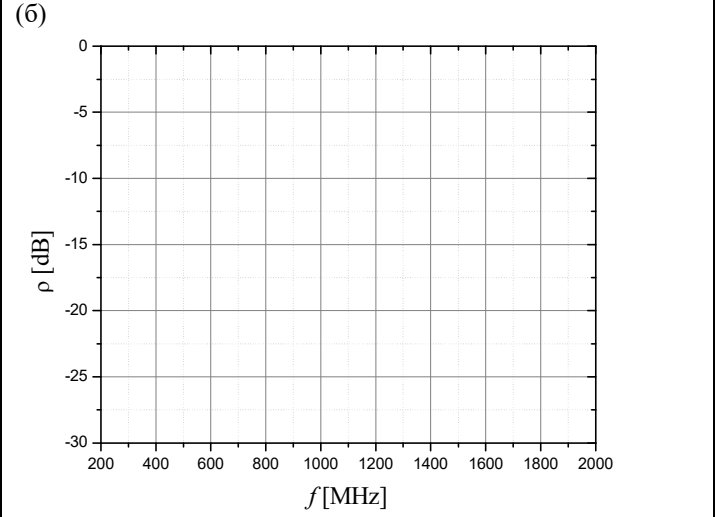
Слика 2.

1. Написати оптимизациону функцију коришћену за решавање овог проблема.

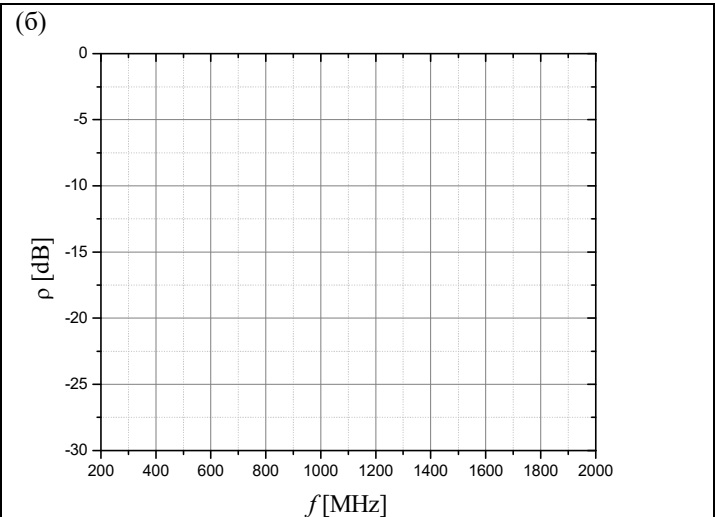
2. (a) Навести оптимизациони алгоритам (или алгоритме) коришћен за решавање овог проблема. (б) Објаснити детаље имплементације изабраног поступка. (в) Навести кључне параметре коришћеног оптимизационог алгоритма (или алгоритама) и образложити њихов избор.

(a)
(б)
(в)

3. (a) Пронаћи најбоље решење (глобални оптимум) задатог проблема и записати параметре (Z_{c_k} и l_k , $k = 1, 2, \dots, N$) свих мрежа у низу. Написати вредност оптимизационе функције за пронађено решење. (б) Скицирати коефицијент рефлексије $\rho_{[dB]}(f)$ за пронађено решење у опсегу учестаности $200 \text{ MHz} \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$, који је израчунат у бар 100 тачака.

(a)	(б) 
-----	--

4. (a) Пронаћи минималан број мрежа (N_{\min}) тако да је $\rho_{[dB]} \leq -20 \text{ dB}$ у свим тачкама у опсегу $520 \text{ MHz} \leq f \leq 1500 \text{ MHz}$, са кораком од 1 MHz. (б) Скицирати коефицијент рефлексије $\rho_{[dB]}(f)$ за пронађено решење у опсегу учестаности $200 \text{ MHz} \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$, који је израчунат у бар 100 тачака.

(a)	(б) 
-----	---

ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА СА ИСПИТА ИЗ ИНЖЕЊЕРСКИХ ОПТИМИЗАЦИОНИХ АЛГОРИТАМА ОДРЖАНОГ 17. ЈАНУАРА 2020. ГОДИНЕ

1. $f_{\text{opt}}(\mathbf{x}) = \sum_{q=1}^{q_{\text{max}}} \max(\rho_{[\text{dB}]}(\mathbf{x}, f_q) + 20, 0)$, $f_q = f_{\text{min}} + (q-1) \frac{f_{\text{max}} - f_{\text{min}}}{q_{\text{max}} - 1}$, $f_{\text{min}} = 500 \text{ MHz}$, $f_{\text{max}} = 1500 \text{ MHz}$ и $q_{\text{max}} = 1001$.

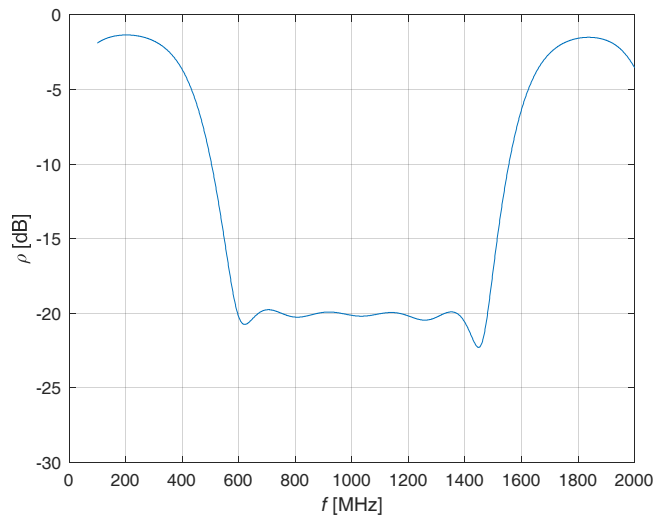
2. Детаљи имплементације и кључни параметри зависе од изабраног алгорита (или алгоритама).

3. (а) Најбоље познато решење за овај проблем, за оптимизациону функцију дату под (1), је

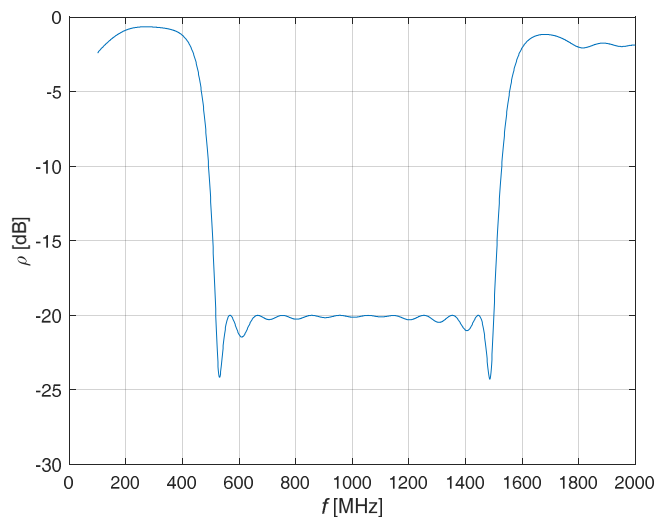
$$\mathbf{x}_g = (Z_{c1}, l_1, Z_{c2}, l_2, Z_{c3}, l_3, Z_{c4}, l_4, Z_{c5}, l_5, Z_{c6}, l_6, Z_{c7}, l_7) =$$

(1.200e+02, 4.148e-02, 3.800e+01, 7.231e-02,
2.058e+01, 5.554e-02, 2.000e+01, 9.235e-02,
2.922e+01, 7.329e-02, 4.212e+01, 7.415e-02,
4.906e+01, 7.751e-02)

Минимална вредност оптимизационе функције је $f_{\text{opt}}(\mathbf{x}_g) \approx 540,4$. (б) На слици испод приказан је коефицијент рефлексије $\rho_{[\text{dB}]}(f)$ за пронађено решење у опсегу учестаности $200 \text{ MHz} \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$.



4. (а) Минималан број мрежа је $N_{\text{min}} = 19$, тако да је $f_{\text{opt}}(\mathbf{x}_g) = 0$ ($f_{\text{min}} = 520 \text{ MHz}$, $f_{\text{max}} = 1500 \text{ MHz}$, $q = 1001$). (б) На слици испод приказан је коефицијент рефлексије $\rho_{[\text{dB}]}(f)$, за пронађено решење, у опсегу учестаности $200 \text{ MHz} \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$.



$$\mathbf{x}_g = (Z_{c1}, l_1, Z_{c2}, l_2, \dots, Z_{c19}, l_{19}) \approx ($$

1.199971210496684e+02, 4.238153662812823e-02,
3.743117691498581e+01, 7.371685224255414e-02,
2.002009413483137e+01, 7.994915605353917e-02,
2.157961173318284e+01, 6.810013811039206e-02,
3.991307866110363e+01, 6.999315485142195e-02,
7.017202718905799e+01, 5.298406737279622e-02,
8.263611629759174e+01, 1.099393268090932e-01,
6.050158851176563e+01, 7.299887037256411e-02,
4.643233944883009e+01, 3.778891503841594e-02,
4.672050387497413e+01, 1.099856725832902e-01,
5.230695829719316e+01, 9.881928409984095e-02,
5.393806837549506e+01, 3.852957896350896e-02,
5.029503953124226e+01, 9.063165402794783e-02,
4.906055879011728e+01, 4.253998717072340e-02,
5.075160087132484e+01, 5.770388832330368e-02,
5.195093620897334e+01, 7.336347559374806e-02,
5.255014091257438e+01, 3.696498235921911e-02,
5.110427657745328e+01, 7.504717257189285e-02,
5.012801731904614e+01, 5.126157914870977e-02
) .