

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
ELEKTRONIKAS UN TELEKOMUNIKĀCIJU FAKULTĀTE
RADIOELEKTRONIKAS INSTITŪTS
ELEKTRONIKAS PAMATU KATEDRA

Signālu teorijas pamati

Laboratorijas darbs № 3

Periodiska signāla spektra eksperimentālā pētīšana

ETF 2. kurss REBM01

Andrejs Cvetkovs

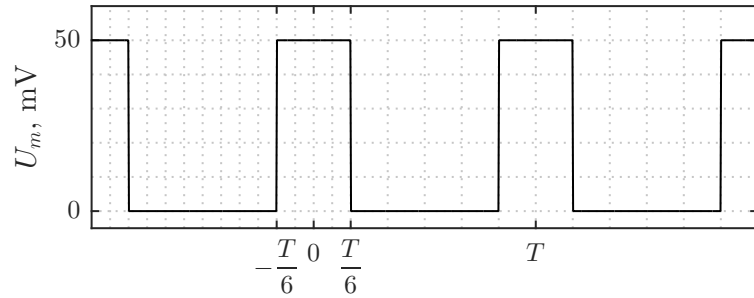
151REB191

Rīga, 2017

Laboratorijas darba aprēķini

1. Taisnstūra signāls

Laboratorijas darbam bija jāaprēķina pirmās piecas harmonikas taisnstūra signālam, kura amplitūda ir 50 mV un impulsa platums ir vienāds ar vienu trešdaļu no tā perioda:



Att. 1. Taisnstūra signāls

$$C_n = 2 \times \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{6}} 0.05 \times \cos\left(n \frac{2\pi}{T} \times t\right) dt = 0.05 \times \frac{2}{\pi n} \sin\left(n \frac{2\pi}{T} \times t\right) \Big|_0^{\frac{T}{6}} = 0.05 \times \frac{2}{\pi n} \sin\left(\frac{\pi n}{3}\right)$$

$$C_1 = 0.05 \times \frac{2}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = 0.05 \times \frac{2}{\pi} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.05 \times \frac{\sqrt{3}}{\pi} \approx 27.566 \text{ mV}$$

$$C_2 = 0.05 \times \frac{2}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{3}\right) = 0.05 \times \frac{1}{\pi} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.05 \times \frac{\sqrt{3}}{2\pi} \approx 13.783 \text{ mV}$$

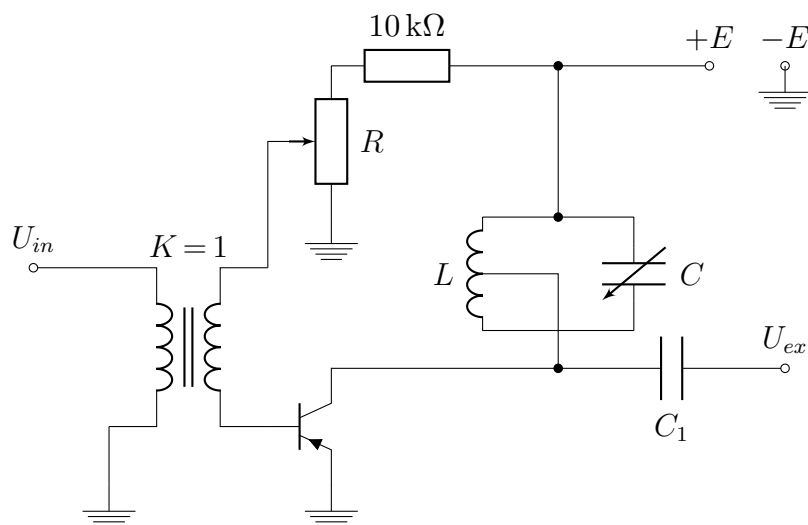
$$C_3 = 0.05 \times \frac{2}{3\pi} \sin\left(\frac{3\pi}{3}\right) = 0.05 \times \frac{2}{3\pi} \times 0 = 0 \text{ mV}$$

$$C_4 = 0.05 \times \frac{2}{4\pi} \sin\left(\frac{4\pi}{3}\right) = 0.05 \times \frac{1}{2\pi} \times \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = -0.05 \times \frac{\sqrt{3}}{4\pi} \approx -6.892 \text{ mV}$$

$$C_5 = 0.05 \times \frac{2}{5\pi} \sin\left(\frac{5\pi}{3}\right) = 0.05 \times \frac{2}{5\pi} \times \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = -0.05 \times \frac{\sqrt{3}}{5\pi} \approx -5.513 \text{ mV}$$

Eksperimentālā daļa

Šajā laboratorijas darbā atsevišķu signāla harmoniku atdalīšanai tika izmantots selektīvs pastiprinātājs ar LC svārstību kontūru:



Att. 2. Laboratorijas maketa vienkāršotā principiālā šēma

Ar potenciometru R tiek regulēts tranzistora priekšspriegums, kuram šeit bija iestādīta 0.3 V vērtība. Maiņkondensators C nosaka svārstību kontūra rezonanses frekvenci.

Pastiprinātājam piemīt pastiprināšanas koeficients, kurš var mainīties atkarībā no signāla frekvences, tāpēc lai mērījumu rezultātus būtu iespējams salīdzināt ar aprēķiniem ir jāuzņem pastiprināšanas koeficientu atkarību no frekvences.

Harmonika	1	2	3	4	5
f , kHz	80	160	240	320	400
$U_{ex\ ef}$, V	0.9	1.2	0	0.8	0.52
$U_{ex\ m}$, V	1.273	1.697	0	1.131	0.736

Tabula 1. Pastiprinātu harmoniku amplitūdas

f , kHz	80	160	240	320	400
$U_{in\ ef}$, mV	10	10	10	10	10
$U_{ex\ ef}$, V	0.58	1.4	1.5	1.4	1.15
K	58	140	150	140	115

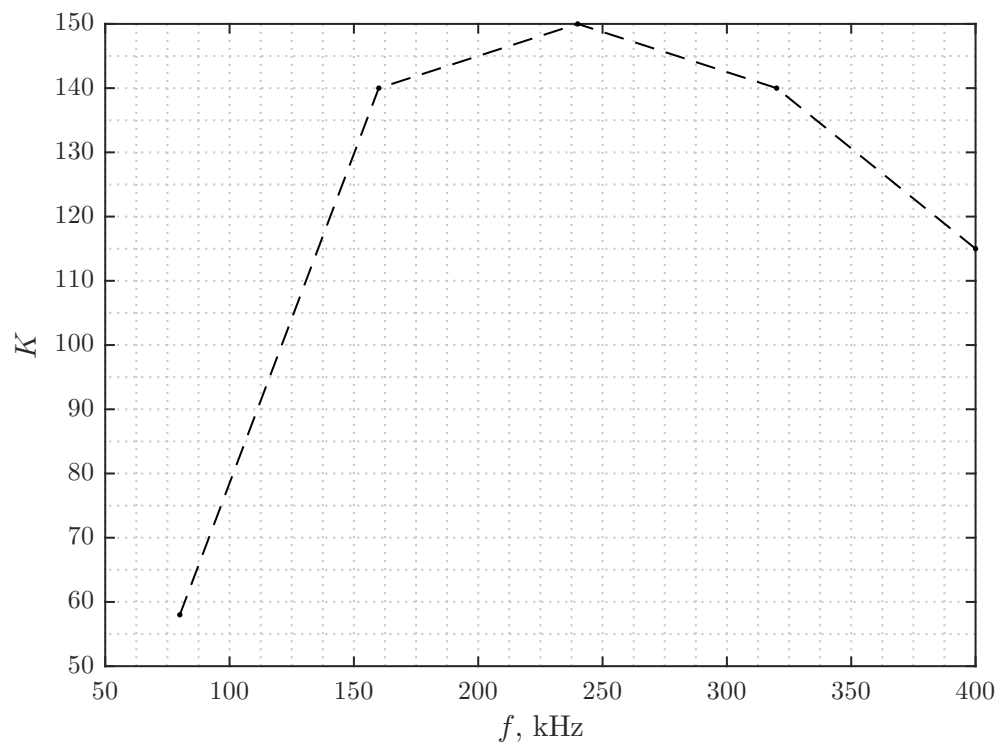
Tabula 2. Pastiprinātāja pastiprināšanas koeficienta atkarība no frekvences

f , kHz	79.74	79.85	79.93	80	80.19	80.3	80.43
$U_{in\ ef}$, mV	10	10	10	10	10	10	10
$U_{ex\ ef}$, V	0.205	0.29	0.411	0.58	0.411	0.291	0.205
U_{ex} , dB	-9.033	-6.021	-2.992	0	-2.992	-5.991	-9.033

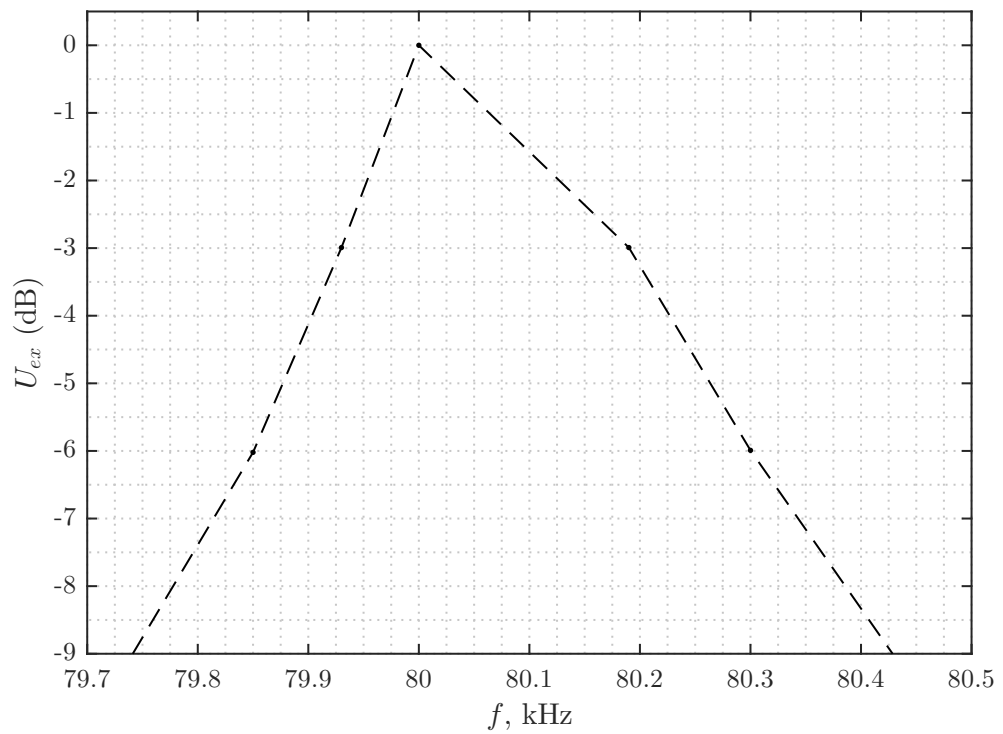
Tabula 3. Pastiprinātāja amplitūdas-frekvenču raksturlīkne pie noskaņojuma 80 kHz

Harmonika	1	2	3	4	5
f , kHz	80	160	240	320	400
$U_{ex\ m}$, V	1.273	1.697	0	1.131	0.736
K	58	140	150	140	115
$\frac{U_{ex\ m}}{K}$, mV	21.948	12.121	0	8.079	6.4
$U_{ex\ m\ t}$, mV	27.566	13.783	0	-6.892	-5.513
$\left \frac{U_{ex\ m\ t} - U_{ex\ m}}{U_{ex\ m\ t}} \right $, %	20.38	12.058	–	17.223	16.089

Tabula 4. Nepastiprinātu harmoniku amplitūdu salīdzinājums ar teorētiskiem aprēķiniem



Att. 3. Pastiprinātāja pastiprināšanas koeficienta atkarība no frekvences



Att. 4. Pastiprinātāja amplitūdas-frekvenču raksturliktne pie noskaņojuma 80 kHz

Secinājumi

Šajā laboratorijas darbā signāls tika eksperimentāli sadalīts uz atsevišķām harmonikām ar selektīva pastiprinātāja palīdzību. Šeit signāls tika pastiprināts ar tranzistoru, kura izejas ķēdē bija ieslēgts LC svārstību kontūrs. Svārstību kontūrs šeit tika izmantots kā joslas filtrs: kontūra rezonanses frekvenci varēja pārskaņot ar maiņkondensatora palīdzību, rezonanses frekvence noteica, kuras frekvences harmonikas tika maketa izejā.

Parasti pastiprināšanas koeficients ir atkarīgs no frekvences, tādēļ rezultātu salīdzināšanai bija jāņem vērā pastiprināšanas koeficients pie tām frekvencēm, pie kurām tika mērītas harmonikas. Var redzēt, ka vislielākais pastiprināšanas koeficients ir pie 240 kHz frekvences.

Izpētot pastiprinātāja amplitūdas-frekvenču raksturlīkni pie nemainīga noskaņojuma var secināt, ka tam piemīt laba selektivitāte, jo frekvencei novirzoties par 0.3 kHz izejas signāla līmenis nokrita par 9 dB. Katrai nākamai signāla harmonikai ir divreiz lielāka frekvence, no kā var secināt, ka kad svārstību kontūrs ir noskaņots uz kādu no harmonikām citas harmonikas nevar nonākt maketa izejā.

Eksperimentāli nomērīto harmoniku amplitūdas pēc dalīšanas ar pastiprināšanas koeficientu bija diezgan tuvas teorētiski aprēķinātām, un kļūda nepārsniedza 21 %, no kā var secināt, ka mērījumi un aprēķini tika veikti pareizi.