

**Міністерство освіти та науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра біомедичної апаратури**

Дослідження багатозначних імітансних логічних елементів

Виконав: ст.гр. ЕЗ-16мі

Ковалюк О.М.

Керівник: к.т.н., доцент каф. ЕНС

Лазарєв О.О.

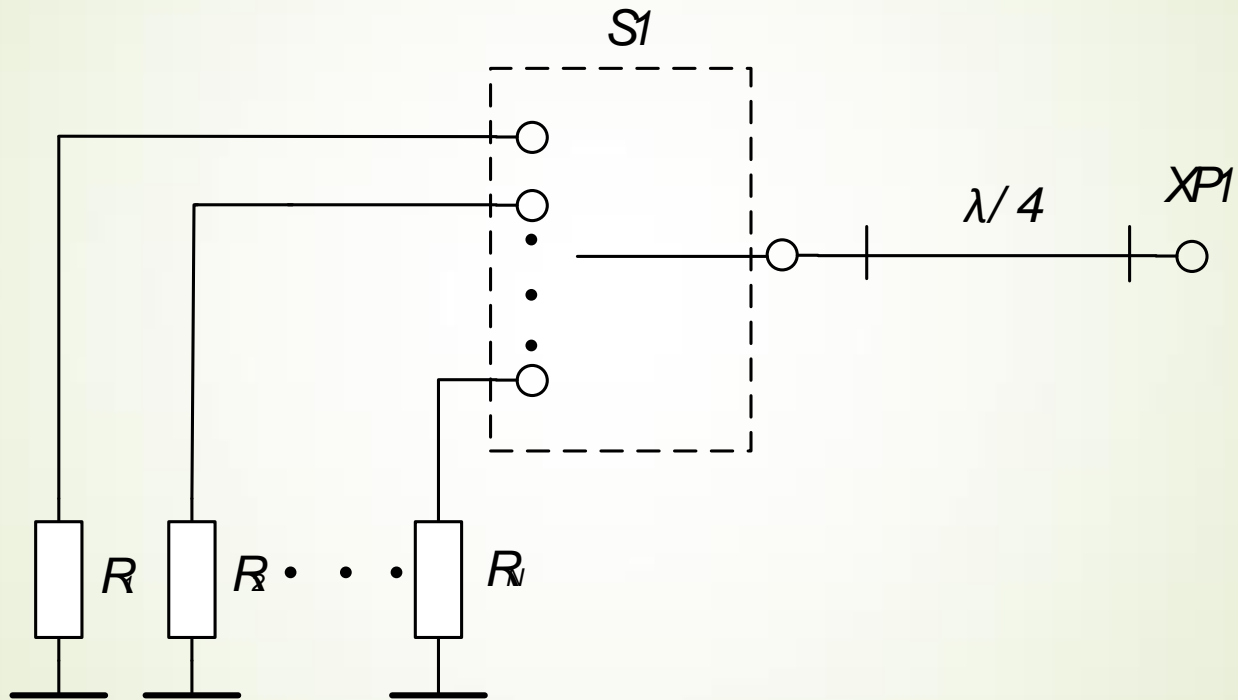
В даній магістерській кваліфікаційній роботі проводиться дослідження багатозначних імітансних логічних елементів

Наукова новизна:

- запропоновано схему та математичну модель пасивного інвертора багатозначної імітансної R-логіки;*
- запропоновано схему та математичну модель пасивного імітансного електронного ключа;*
- запропоновано схему та математичну модель активного імітансного електронного ключа;*
- вдосконалена математична модель схемотехнічних RLC-негатронів.*

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що запропоновані схеми дозволяють створювати інформаційні пристрої з покращеною завадостійкістю, швидкодією та енергоспоживанням за рахунок використання пасивних імітансних логічних елементів.

Схема електрична принципова пасивного інвертора багатозначної імпедансної R-логіки



Таблиця істинності пасивного інвертора трьохзначної імітансної R-логіки

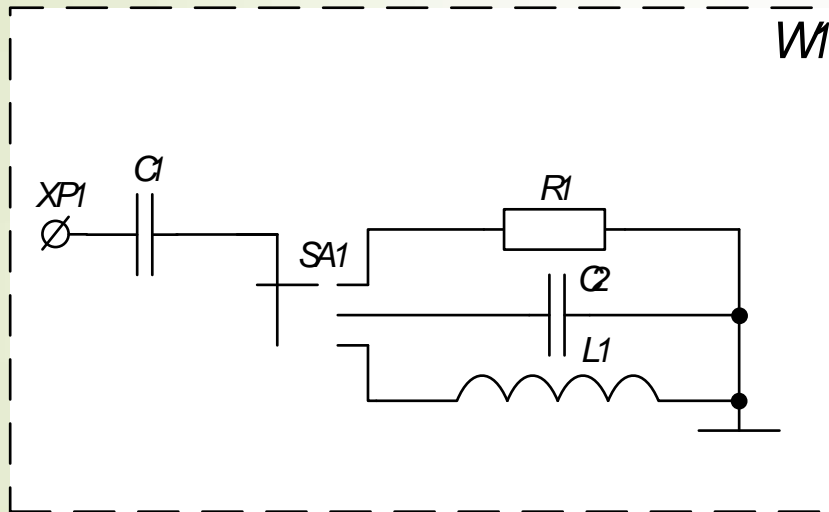
$R_{\text{вх}}$	Логічний рівень	$R_{\text{вих}}$	Логічний рівень
$R_{\text{вх1}} = 25 \text{ Ом}$	0	$R_{\text{вих1}} = 100 \text{ Ом}$	2
$R_{\text{вх2}} = 50 \text{ Ом}$	1	$R_{\text{вих2}} = 50 \text{ Ом}$	1
$R_{\text{вх3}} = 100 \text{ Ом}$	2	$R_{\text{вих3}} = 25 \text{ Ом}$	0

Таблиця істинності пасивного інвертора п'ятизначної імітансної R-логіки

$R_{\text{вх}}$	Логічний рівень	$R_{\text{вих}}$	Логічний рівень
$R_{\text{вх1}} = 10 \text{ Ом}$	0	$R_{\text{вих1}} = 250 \text{ Ом}$	4
$R_{\text{вх2}} = 25 \text{ Ом}$	1	$R_{\text{вих2}} = 100 \text{ Ом}$	3
$R_{\text{вх3}} = 50 \text{ Ом}$	2	$R_{\text{вих3}} = 50 \text{ Ом}$	2
$R_{\text{вх4}} = 100 \text{ Ом}$	3	$R_{\text{вих4}} = 25 \text{ Ом}$	1
$R_{\text{вх5}} = 250 \text{ Ом}$	4	$R_{\text{вих5}} = 10 \text{ Ом}$	0

Схема електрична принципова
пасивного імітансного
електронного ключа

Імітансні логічні рівні пасивного
імітансного електронного ключа



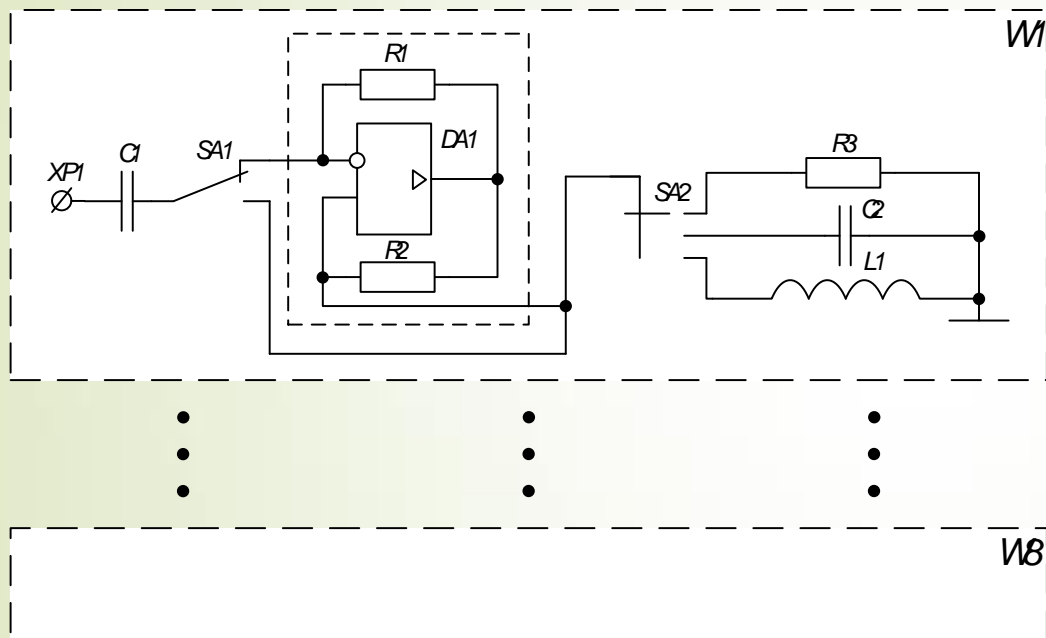
•
•
•



Логічний рівень	Імітанс	
0	$R^{(+)}$	$R > 0$
1	$C^{(+)}$	$X < 0, dX/d\omega > 0$
2	$L^{(+)}$	$X > 0, dX/d\omega > 0$

Схема електрична принципова активного імітансного електронного ключа

Імітансні логічні рівні активного імітансного електронного ключа



Логічний рівень	Імітанс	
0	$R^{(+)}$	$R > 0$
1	$R^{(-)}$	$R < 0$
2	$C^{(+)}$	$X < 0, dX/d\omega > 0$
3	$C^{(-)}$	$X > 0, dX/d\omega < 0$
4	$L^{(+)}$	$X > 0, dX/d\omega > 0$
5	$L^{(-)}$	$X < 0, dX/d\omega < 0$

Дослідження RLC-негатронів електронних імітансних ключів

Значення вхідної від'ємної індуктивності $L^{(-)}$ та вхідного від'ємного опору $R^{(-)}$ L-негатрона на низькій частоті:

$$L^{(-)} = \frac{Im(Z_{BX})}{2\pi f} = -\frac{CK^2 Z_1 Z_2}{4\pi^2 C^2 Z_2^2 f^2 + K^2 + 2K + 1};$$

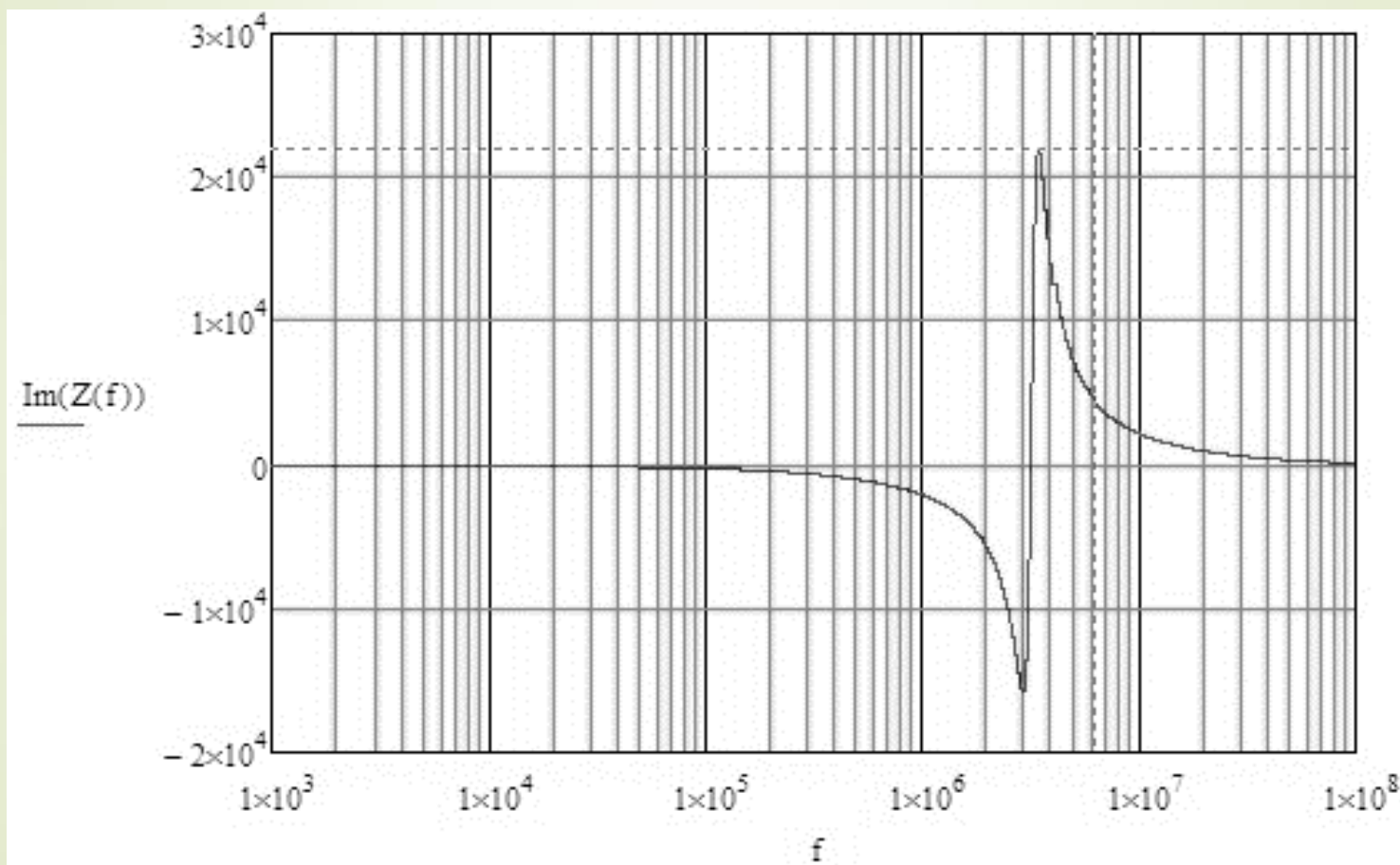
$$R^{(-)} = Re(Z_{BX}) = \frac{Z_1(K + C^2 Z_2^2 \omega^2 - C^2 K Z_2^2 \omega^2 + 1)}{C^2 Z_2^2 \omega^2 + K^2 + 2K + 1}.$$

При умові використання ідеального операційного підсилювача знехтувавши частотною залежністю коефіцієнта підсилення та вважаючи $K \rightarrow \infty$ одержані вирази спростяться:

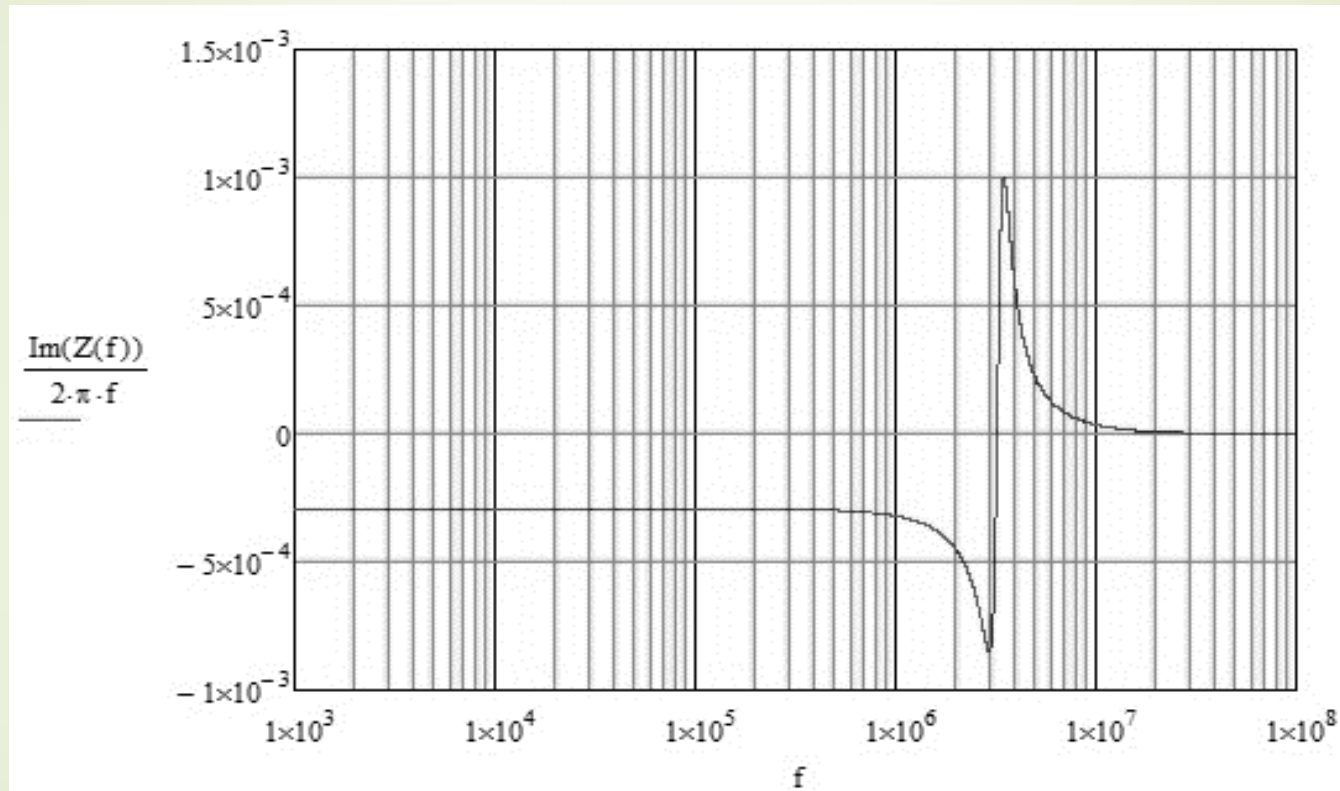
$$L^{(-)} = -C Z_1 Z_2;$$

$$R^{(-)} = 0.$$

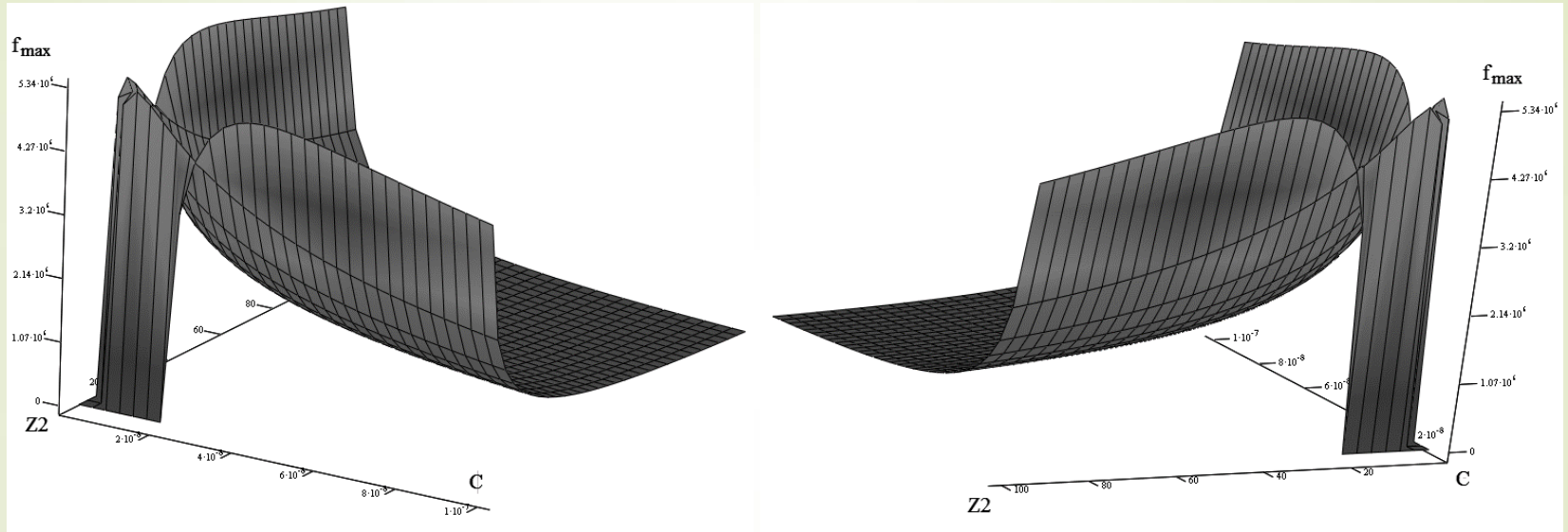
Графік частотної залежності реактивного опору L-негатрона, при $Z_1 = R_1 = 1000 \text{ Ом}$, $Z_2 = R_2 = 300 \text{ Ом}$, $C = 1 \text{ нФ}$, параметри операційного підсилювача LF357: $K_0 = 200000$, $f_1 = 20 \text{ МГц}$



Графік частотної залежності від'ємної індуктивності L-негатрона

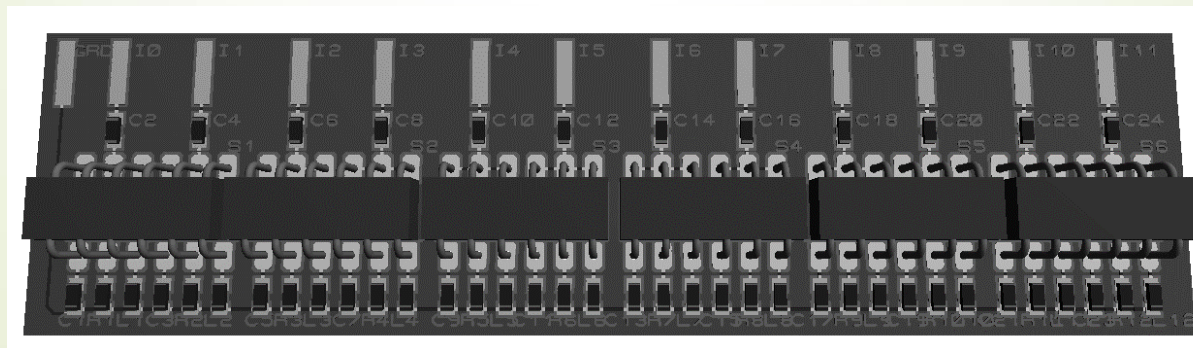
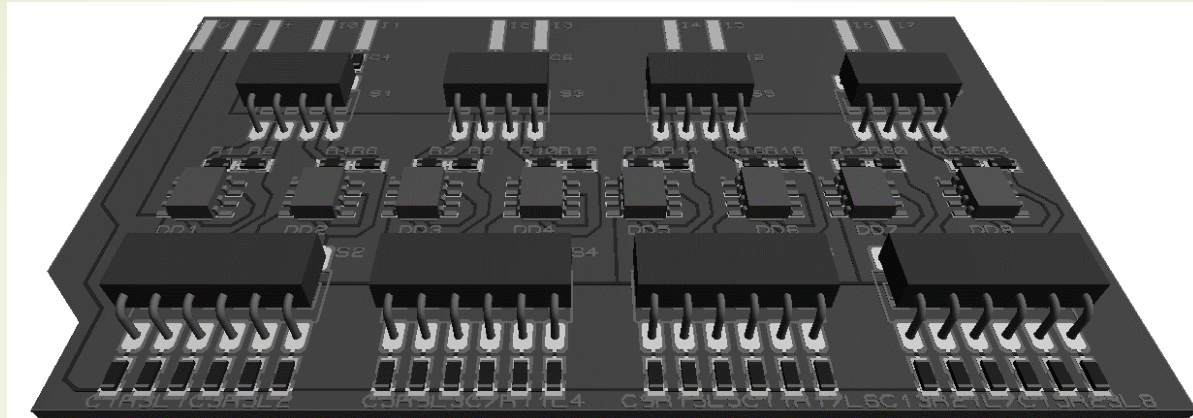


Максимальна частота L-негатрона залежить від параметрів схеми

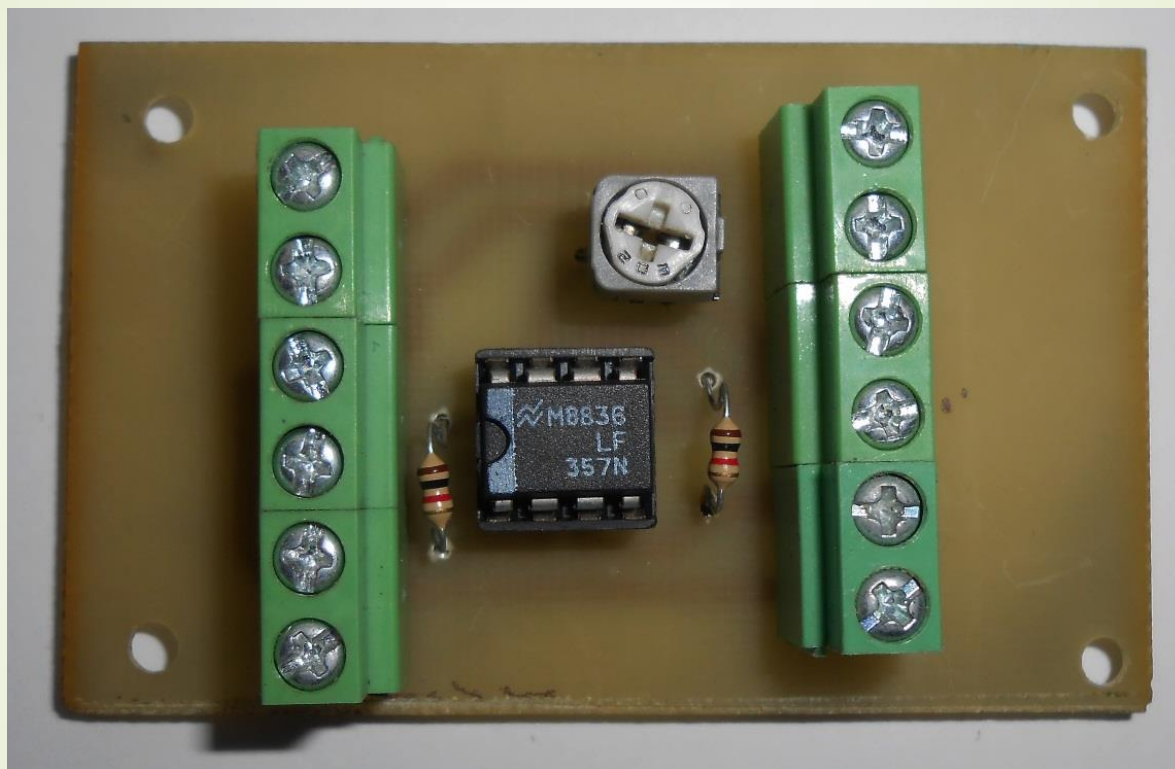


Залежність зміни вихідного значення частоти L-негатрона від зміни значень $Z2$ та C

Активний та пасивний імітансні електронні ключі у вигляді 3d-моделі



Експериментальний зразок одного із сегментів активного імітансного електронного ключа



1. Патент України на корисну модель UA 107155 U, H03K 19/20. Пасивний інвертор багатозначної імітансної R-логіки / М. А. Філінюк, О. О. Лазарев, О. М. Ковалюк, В. А. Явтухівський. – № u201511231; заявл. 16.11.2015; опубл. 25.05.2016. – Бюл. № 10/2016.
2. Патент України на корисну модель UA 101553, H03H 5/00. Пасивний імітансний електронний ключ / М. А. Філінюк, О. О. Лазарев, О. М. Ковалюк, В. А. Явтухівський. – № u201500980; заявл. 14.04.2015; опубл. 25.09.2015. – Бюл. № 8/2015.
3. Патент України на корисну модель UA 97241, H03H 11/00. Активний імітансний електронний ключ / М. А. Філінюк, О. О. Лазарев, О. М. Ковалюк, В. А. Явтухівський. – № u201407940; заявл. 14.07.2014; опубл. 10.03.2015. – Бюл. № 5/2015.
4. Патент України на корисну модель UA 101179, H03H 19/20. Імітансний логічний елемент «АБО-НІ» / М. А. Філінюк, О. О. Лазарев, О. М. Ковалюк, В. А. Явтухівський. – № u201502933; заявл. 30.03.2015; опубл. 25.08.2015. – Бюл. № 16/2015.
5. Патент України на корисну модель UA 121650, G01R 27/28. Мостовий індуктивний негасенсор / О. О. Лазарев, О. В. Войцеховська, О. М. Ковалюк. – № u201706562; заявл. 26.06.2017; опубл. 11.12.2017. – Бюл. № 23/2015.
6. Патент України на корисну модель UA 110363, G01R 27/22. Пристрій для контролю октанового числа бензинів / О. О. Лазарев, О. М. Ковалюк, В. А. Явтухівський. – № u201602694; заявл. 18.03.2016; опубл. 10.10.2016. – Бюл. № 19/2016.
7. Лазарев О. О. Імітансний електронний ключ - ідентифікатор [Текст] / О. О. Лазарев, О. М. Ковалюк // Фізика, електроніка, електротехніка : матеріали та програма науково-технічної конференції, м. Суми, 21-26 квітня 2014 р. / Відп. за вип. С.І. Проценко. - Суми : СумДУ, 2014. - С. 201.
8. Ковалюк О. О. Активний та пасивний імітансний електронний ключ [Електронний ресурс] О. М. Ковалюк, О. О. Лазарев // XLIV регіональна науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області. Електронне наукове видання матеріалів конференції. – Режим доступу : URL : <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2015/inrtzp/txt/kovalyuk.pdf> - Назва з екрана.
9. Лазарев О. О. Активний та пасивний імітансний електронний ключ - ідентифікатор [Текст] / О. О. Лазарев, О. М. Ковалюк, В. А. Явтухівський // Фізика, електроніка, електротехніка : матеріали та програма науково-технічної конференції, м. Суми, 20-25 квітня 2015 р. / Відп. за вип. С.І. Проценко. - Суми : СумДУ, 2015. - С. 163.
10. Лазарев О. О. Імітансний логічний елемент «І» [Текст] / О. О. Лазарев, О. М. Ковалюк, В. А. Явтухівський // Фізика, електроніка, електротехніка : матеріали та програма науково-технічної конференції, м. Суми, 20-25 квітня 2015 р. / Відп. за вип. С.І. Проценко. - Суми : СумДУ, 2015. - С. 153.
11. Ковалюк О. О. Мостовий індуктивний негасенсор [Електронний ресурс] О. М. Ковалюк, О. О. Лазарев // II Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція. Електронне наукове видання матеріалів конференції. – Режим доступу : URL : <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/11375/526.pdf?sequence=3> - Назва з екрана.

Дякую за увагу!