

М. А. Філінюк¹
Л. Б. Ліщинська¹
Я. С. Ткачук¹

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ДАВАЧА НА ОСНОВІ ДВОКАСКАДНОГО УПН

¹Вінницький національний технічний університет

Проведено дослідження давачів на основі двокаскадних багатопараметричних УПН, реалізованих на польових транзисторах. Показано, що використання двох каскадів розширює функціональні можливості давача та підвищує його чутливість в декілька разів.

Ключові слова: давач, узагальнений перетворювач імітансу, каскад, польовий транзистор, чутливість.

Вступ та постановка задачі дослідження

Однією з актуальних задач вимірювальної техніки є підвищення чутливості давачів. Найхарактернішими шляхами вирішення цієї задачі є розробка чутливіших первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП) [1] та використання узагальнених перетворювачів імітансу (УПІ) в комбінації з резистивним, ємнісним або індуктивним ПВП [2]. Найважливішою перевагою використання УПІ є можливість реалізації активних генераторних давачів у НВЧ діапазоні. Подальшою перспективою їх розвитку є застосування багатопараметричних УПІ, які забезпечують розширення функціональних можливостей, а також підвищення чутливості вимірювального пристрою.

Питання підвищення чутливості давачів з використанням одного каскаду УПІ раніше частково досліджувалось у роботі [3], де показано, що в певному діапазоні частот можливо досягти дев'ятикратного підвищення чутливості вимірювального пристрою. Тому постає питання дослідження поведінки чутливості генераторних давачів, побудованих на основі декількох каскадів УПІ на базі польової транзисторної структури, як однієї із найперспективніших напівпровідникових структур (з точки зору технологічності, робочого діапазону частот, вартості).

Метою дослідження є аналіз можливості підвищення чутливості давача, утвореного комбінацією двох каскадів багатопараметричних УПІ та імітансних ПВП. Для досягнення цієї мети в роботі вирішуються такі задачі:

- розробка математичної моделі давача, яка описує залежність перетвореної провідності багатокаскадного УПН як від кількості каскадів N , так і від значень перетворених опорів ПВП, а також від параметрів окремих каскадів;
- пошук найоптимальніших комбінацій каскадів багатопараметричних УПІ з точки зору досягнення максимальної чутливості давача.

Розробка математичної моделі давача

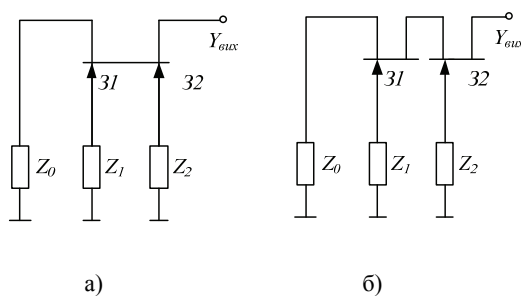


Рис. 1. Двокаскадні УПІ на базі : а — двозатворного; б — двох однозатворних ПТ

Багатопараметричний узагальнений перетворювач імітансу (УПН) є, зазвичай, активним N -полісином, перетворений імітанс ($W_{\text{вих}}$) якого залежить від перетворених імітансів (W_1, \dots, W_N). Таким перетворювачем можуть бути як однокристальні УПН, наприклад, на основі двозатворного польового транзистора (рис. 1а), так і багатокаскадні УПН, що використовують декілька транзисторних каскадів (рис. 1б) [4].

Розробляючи математичну модель давача на основі багатокаскадного з'єднання багатопараметричних УПІ, приймемо такі граничні умови: УПН реалі-

зується на базі квазілінійних активних N -полюсників, які описуються y -матрицею провідності; кожний каскад багатопараметричного УПП $_N$ є двопараметричним заземленим УПП $_N$; N -каскадне з'єднання таких багатопараметричних УПП $_N$ може бути представлено у вигляді узагальненої структурної схеми (рис. 2), яка не залежить від фізичного механізму роботи активних приладів.

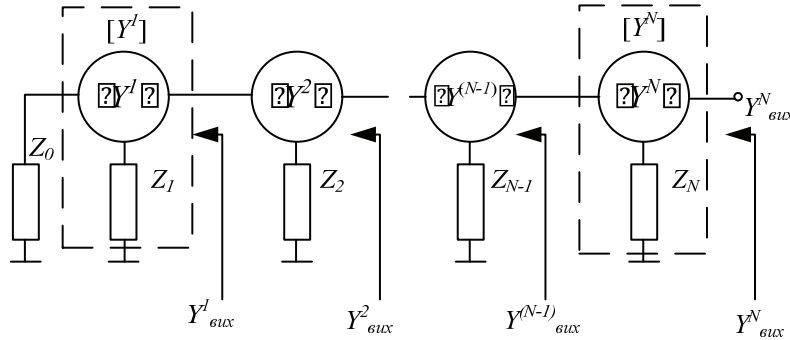


Рис. 2. N -каскадне з'єднання багатопараметричних УПП $_N$

Кожний каскад такого з'єднання можна описати $[Y^i]$ — матрицею, залежною від параметрів $[y^i]$ — матриці активного чотириполюсника і перетворених імпедансів $Z_{(i-1)}$ і Z_i , використовуючи співвідношення

$$\begin{aligned}
 Y_{11}^i &= (y_{11}^i + Z_i \Delta y_i) / K_i; & Y_{12}^i &= (y_{12}^i - Z_i \Delta y_i) / K_i; \\
 Y_{21}^i &= (y_{21}^i - Z_i \Delta y_i) / K_i; & Y_{22}^i &= (y_{22}^i + Z_i \Delta y_i) / K_i,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

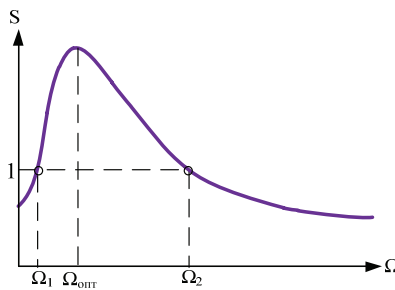
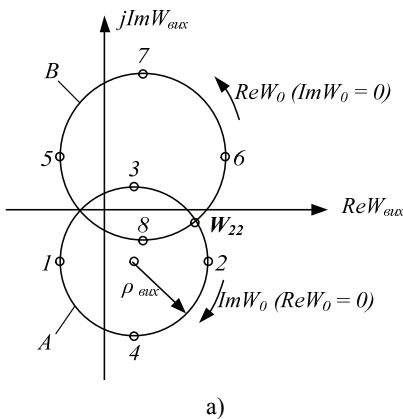
де $\sum y_i = y_{11}^i + y_{12}^i + y_{21}^i + y_{22}^i$; $\Delta y_i = y_{11}^i \cdot y_{22}^i - y_{21}^i \cdot y_{12}^i$; $K_i = 1 + Z_i \sum y_i$; $i = 1, 2, \dots, N$; N — кількість каскадів.

На підставі (1), перетворена провідність $Y_{вих.N}$ N -каскадного з'єднання багатопараметричного УПП $_N$ дорівнює

$$Y_{вих.N} = Y_{22}^N - \frac{Y_{12}^N Y_{21}^N}{Y_{11}^N + Y_{вих.(N-1)}} = \frac{(y_{22}^N + Z_N \Delta y_N) (y_{12}^N - Z_N \Delta y_N) (y_{21}^N - Z_N \Delta y_N) (y_{11}^N + Z_N \Delta y_N + K_N Y_{вих.(N-1)})}{K_N^3}, \tag{2}$$

при цьому

$$Y_{вих.1} = Y_{22}^1 - \frac{Y_{12}^1 Y_{21}^1}{Y_{11}^1 + 1 / Z_0}. \tag{3}$$



Таким чином (2) описує залежність перетвореної провідності багатокаскадного УПП $_N$ як від кількості каскадів N , так і від значень перетворених опорів ($Z_0 \dots Z_N$) і від параметрів окремих каскадів $[y^i]$.

З урахуванням того, що всі параметри, які входять у (2) та (3), є комплексними, відповідно до теорії конформних відображень [5], на комплексній площині залежність перетвореного імпедансу $W_{вих}$ давача від зміни імпедансних параметрів W_r ПВП є колами (рис. 3а).

Рис. 3: а — вихідні імпедансні кола давача, утвореного імпедансним ПВП та УПП у разі зміни $\text{Im}W_0 (\text{Re}W_0 = 0)$ та $\text{Re}W_0 (\text{Im}W_0 = 0)$; б — якісна залежність чутливості давача від приведенної частоти

Чутливість давача визначається на основі двох кіл, одне з яких утворюється зміною уявної складової імпедансу W_0 , а інше — зміною дійсної складової ReW_0 . Існує чотири варіанти, де можливе досягнення максимальної чутливості давача:

$$S_{Im(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})} = \frac{Im(Z_i)}{Im(Y_{вих.N})} \cdot \frac{\partial Im(Y_{вих.N})}{\partial Im(Z_i)}, \quad S_{Im(Z_i)}^{Re(Y_{вих.N})} = \frac{Im(Z_i)}{Re(Y_{вих.N})} \cdot \frac{\partial Re(Y_{вих.N})}{\partial Im(Z_i)}, \quad (4)$$

$$S_{Re(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})} = \frac{Re(Z_i)}{Im(Y_{вих.N})} \cdot \frac{\partial Im(Y_{вих.N})}{\partial Re(Z_i)}, \quad S_{Re(Z_i)}^{Re(Y_{вих.N})} = \frac{Re(Z_i)}{Re(Y_{вих.N})} \cdot \frac{\partial Re(Y_{вих.N})}{\partial Re(Z_i)}.$$

При цьому оптимальне значення частоти (рис. 3б), на якій спостерігається максимальна чутливість, визначається за формулою

$$\Omega_{opt} = 0,5(\Omega_1 + \Omega_2), \quad (5)$$

де Ω_1 та Ω_2 — мінімальне та максимальне значення приведеної частоти, в межах яких чутливість дорівнює одиниці.

Система рівнянь (1)—(5) утворює математичну модель давача, яка описує залежність перетвореної провідності багатокаскадного УПП_N як від кількості каскадів N , так і від значень перетворених опорів ПВП, а також від параметрів окремих каскадів та дозволяє здійснити пошук оптимальних комбінацій каскадів багатопараметричних УПП_N з точки зору досягнення максимальної чутливості давача.

Дослідження давача на основі двокаскадного УПП_N

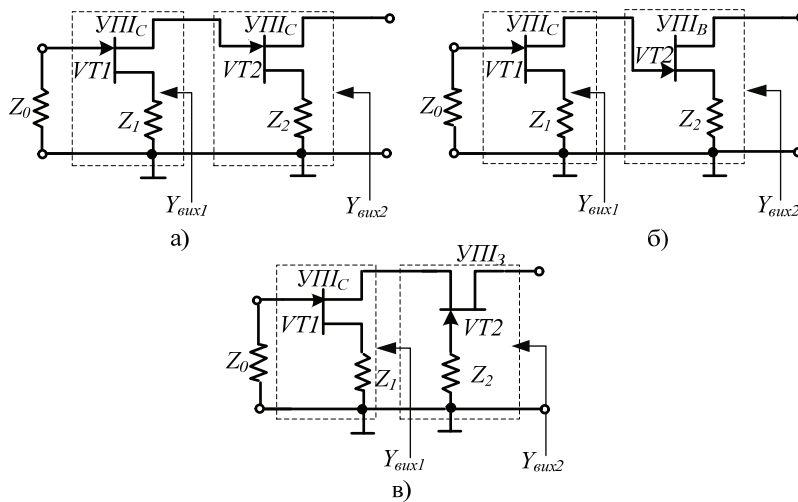


Рис. 4. Високочастотні схеми давачів на основі ПТ, включеного: а — зі спільними стоком; його комбінацій: б — стік-витік; в — стік-затвор

Як приклад дослідимо давач на основі двох каскадів, які використовують УПП [6], реалізованих на польових транзисторах (ПТ), включених зі спільним стоком (ПТ_с) у комбінації зі схемами включення зі спільним витком (ПТ_в) та затвором (ПТ_з) (рис. 4). Схема живлення забезпечує роботу транзистора в активній області, а потужність височастотного сигналу не повинна перевищувати рівня, до якого забезпечується його малосигнальний режим роботи. Для використаного ПТ типу BF545A цей рівень не перевищує 10^{-4} Вт. Робочий діапазон частот досліджуваних УПП_N становить

$(0,1 \dots 0,5)f_T$, де транзисторні УПП_N є найефективнішими. Для спрощення розрахунків виконуються такі умови: у випадках, коли і перший, і другий УПП засновані на ПТ зі спільним стоком, вважаємо, що $УПП_1 = УПП_2$; у всіх випадках $Z_0 = Z_1 = Z_2$.

Під час проведення досліджень чутливості використовувались виміряні експериментальним шляхом згідно з методикою, описаною у [7], у-параметри польового транзистора типу BF545A. Результати розрахунку чутливості для розглянутих каскадів наведено в табл. 1. Враховуючи, що використання розглянутих структур давача доцільно за відносної чутливості першого каскаду більше одиниці, варіант, коли ця умова не виконується не розглядається, за виключенням випадків багаторазового збільшення чутливості на двох каскадах.

Значення відносної чутливості давача на основі двох каскадів ПТ в діапазоні частот

$\Omega = \frac{f}{f_T}$	$S_{Re(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})}$		$S_{Re(Z_i)}^{Re(Y_{вих.N})}$		$S_{Im(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})}$		$S_{Im(Z_i)}^{Re(Y_{вих.N})}$	
	1 каскад	2 каскади	1 каскад	2 каскади	1 каскад	2 каскади	1 каскад	2 каскади
2 каскади УПН на основі ПТ_c								
0,017	1,223	-0,635	-2,89	6,516	-0,903	-1,083	1,602	-0,338
0,05	-0,668	-0,326	-0,059	-0,033	-1,14	-0,673	-0,04	-0,398
0,17	-0,657	-0,3	-0,287	-0,22	-0,534	-1,564	6,13	2,052
0,33	-0,728	-0,41	-0,295	0,016	-0,156	-0,392	17,43	8,888
2 каскади УПН на основі ПТ_c та ПТ_г								
0,017	1,223	-0,019	-2,885	-1,003	-0,903	-1,33	1,602	-1,203
0,05	-0,668	0,026	-0,059	0,934	-1,14	1,102	-0,04	-0,372
0,17	-0,657	-0,228	-0,287	0,391	-0,534	7,483	6,13	-2,601
0,33	-0,728	-0,331	-0,295	0,107	-0,156	-1,206	17,43	6,05
2 каскади УПН на основі ПТ_c та ПТ_в								
0,017	1,223	-0,893	-2,885	1,239	-0,903	-0,087	1,602	0,789
0,05	-0,668	-0,016	-0,059	0,059	-1,14	-0,672	-0,04	0,321
0,17	-0,657	-0,116	-0,287	0,225	-0,534	-8,374	6,13	-3,879
0,33	-0,728	-0,189	-0,295	0,274	-0,156	-0,67	17,43	10,32

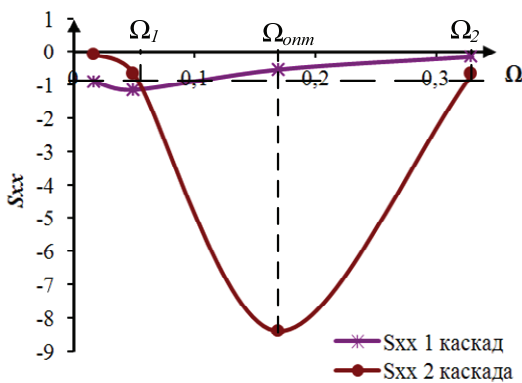


Рис. 5. Залежність відносної чутливості давача на основі комбінації (ПТ_c-ПТ_в) від приведеної частоти за умови $ReZ_0 = 0$

Аналіз результатів розрахунків, занесених у табл. 1, показує, що використання двох каскадів УП є недоцільним при реалізації активних резистивних давачів, оскільки значення чутливості $S_{Re(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})}$ у точках 5 і 6 вихідного імітансного кола В (див. рис. 3а) у всіх випадках менше одиниці. Таблиця також дає підстави стверджувати про можливість створення двокаскадних генераторних давачів типу (ПТ_c-ПТ_в) з підвищенням чутливості давача $S_{Im(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})}$ у 8 разів (рис. 5).

Окрім дослідження чутливості давача у діапазоні частот, проведено дослідження зміни значень чутливості в залежності від зміни значення опору ПВП Z_0 , результати якого показані на рис. 6—8.

З рис. 6а випливає, коли $\Omega = 0,05$, то максимальне значення відносної чутливості давача на основі одного каскаду становить $-9,66$, що перевищує рівень одиниці майже в 10 разів. Але у разі побудови давача на двох таких каскадах, коли $ReZ_0 = 0$, відносна чутливість зростає до $-21,536$ та перевищує чутливість одного каскаду у діапазоні зміни значень опору ПВП $Z_1 = 100$ Ом до $Z_2 = 600$ Ом в 2 рази. Таким чином використання двох каскадів ПТ_c з реалізацією генераторних давачів дає двадцятикратне підвищення чутливості.

Аналіз значень чутливості уявної складової вихідної провідності при $ReZ_0 = 0$ на частоті $\Omega = 0,33$ (рис. 6б) як на одному, так і на двох каскадах ПТ, включених за схемою зі спільним стоком, дозволяє зробити висновок, що чутливість $S_{Im(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})}$ перевищує рівень 1 і на одному каскаді вона становить $S_{Im(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})} = -2,298$. Введення другого каскаду в схему давача приводить до зростання значень відносної чутливості у діапазоні зміни опору ПВП $Z_0 \in [100...750]$ Ом майже в 2

рази і складає $S_{Im(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})} = -4,701$.

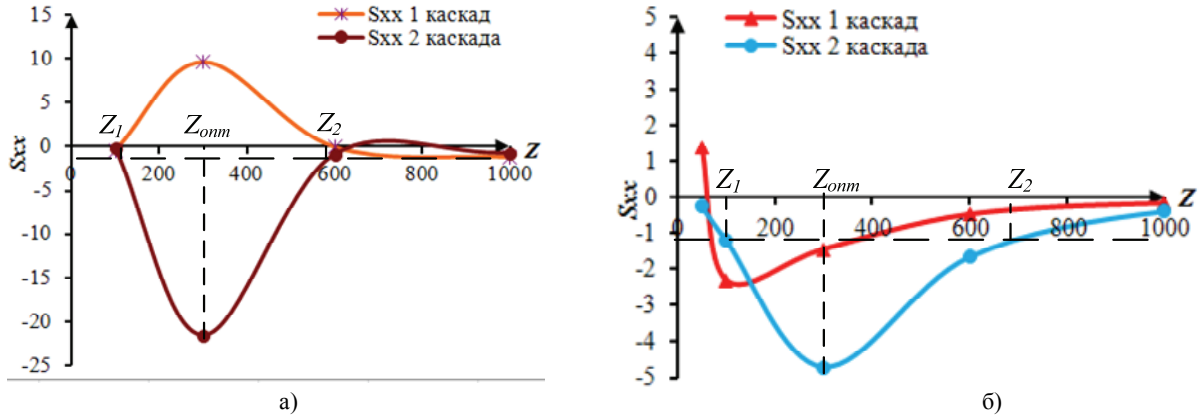


Рис. 6. Залежність чутливості давача на основі двох каскадів типу (ПТ_с-ПТ_с) від зміни опору ПВП, коли $ReZ_0 = 0$ при $\Omega = 0,05$ (а) та $\Omega = 0,33$ (б)

Дослідження відносної чутливості вихідної провідності давача на основі комбінації двох каскадів УПН, реалізованих на ПТ_с і ПТ_з показано на рис. 7а. Як на одному, так і на двох каскадах спостерігається значне зростання чутливості (чутливість одного каскаду складає $-4,439$). Але будуючи давач на двох каскадах, його чутливість перевищує це значення практично в 2 рази ($S_{Im(Z_i)}^{Re(Y_{вих.N})} = 8,557$), коли $\Omega = 0,05$ та приріст опору ПВП в $\Delta Z/Z_{опт} = 1,27$.

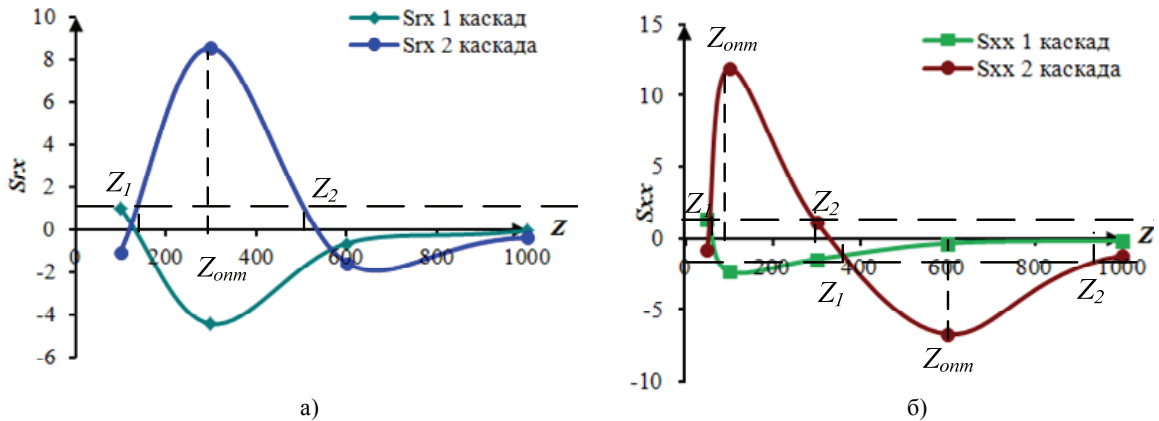


Рис. 7. Залежність чутливості давача на основі комбінації типу (ПТ_с-ПТ_з) від зміни опору ПВП, якщо $ReZ_0 = 0$ при $\Omega = 0,05$ (а) та $\Omega = 0,33$ (б)

Коли $ReZ_0 = 0$ (рис. 7б), можна спостерігати два діапазони зміни опору ПВП за яких $S_{Im(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})} = 1$ та $S_{Im(Z_i)}^{Im(Y_{вих.N})} = -1$. Максимальне значення відносної чутливості давача на основі одного каскаду складає $-2,298$, що вже перевищує рівень одиниці більш ніж у 2 рази, але будуючи давач на двох каскадах, відносна чутливість різко зростає до $11,88$ при $Z_{опт1} = 100$ Ом і $-6,713$ при $Z_{опт2} = 600$ Ом. Діапазони зміни значень опору ПВП складають $\Delta Z/Z_{опт1} = 2,5$ та $\Delta Z/Z_{опт2} = 1,08$, відповідно.

В результаті дослідження відносної чутливості вихідної провідності давача на основі комбінації двох каскадів УПН, реалізованих на ПТ_с і ПТ_в виявлено, що при $\Omega = 0,05$ (рис. 8а), максимальне значення відносної чутливості давача майже в 3,7 разів перевищує чутливість давача на основі одного каскаду і коли $ReZ_0 = 0$ ($Z_{опт} = 300$ Ом), складає $8,557$.

При $\Omega = 0,17$ (рис. 8б) максимальне значення відносної чутливості давача на основі одного каскаду сягає рівня $6,331$. У разі побудови давача на двох каскадах відносна чутливість різко зростає до $-8,313$, а отже чутливість давача, реалізованого на основі комбінації двох каскадів типу (ПТ_с та ПТ_в) можна збільшити майже в 8,5 разів у діапазоні значень опору ПВП від 550 Ом до 2000 Ом.

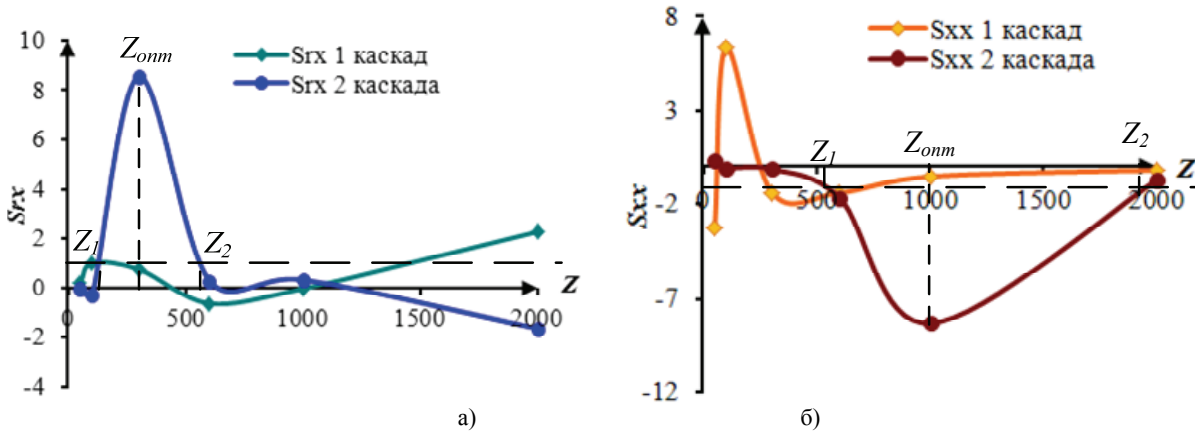


Рис. 8. Залежність чутливості давача на основі комбінації (ПТ_с-ПТ_в) від зміни опору ПВП, якщо ReZ₀ = 0 при Ω = 0,05 (а) та Ω = 0,17 (б)

Слід відмітити, що багаторазове зростання відносної чутливості відбувається лише у екстремальних точках 1—4 вихідного імітансного кола А, утвореного зміною уявної складової імітансу W_0 (див. рис. 3). Для імітансного кола В чутливість давача, реалізованого на одному каскаді УПН на основі ПТ_с перевищує чутливість цього ж давача на основі двох каскадів. Це не відповідає поставленим вимогам і тому такі випадки не розглядались.

Результати проведених досліджень найдоцільніших комбінацій з'єднання двох каскадів УПН на основі ПТ для реалізації давачів, з точки зору максимального підвищення чутливості давача на двох каскадах у діапазоні частот, занесені у табл. 2.

Таблиця 2

Оптимальні комбінації двох каскадів УПН для реалізації давачів на їх основі

Комбінації	Відносна чутливість	$\Omega = \frac{f}{f_T}$	$Z_{\text{опт}}$	$\Delta Z/Z_{\text{опт}}$
2 каскади УПН на основі ПТ _с та ПТ _в	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Re}(Y_{\text{вх.Н}})} = 8,557$	0,05	300	1,5
	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Im}(Y_{\text{вх.Н}})} = -8,317$	0,17	1000	1,45
	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Im}(Y_{\text{вх.Н}})} = -5,238$	0,33	600	1
2 каскади УПН на основі ПТ _с	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Re}(Y_{\text{вх.Н}})} = -1,711$	0,017	100	1,15
	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Im}(Y_{\text{вх.Н}})} = -21,536$	0,05	300	1,67
	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Im}(Y_{\text{вх.Н}})} = -4,701$	0,33	300	2,17
2 каскади УПН на основі ПТ _с та ПТ _з	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Re}(Y_{\text{вх.Н}})} = -5,252$	0,017	600	1,67
	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Re}(Y_{\text{вх.Н}})} = 8,557$	0,05	300	1,27
	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Im}(Y_{\text{вх.Н}})} = 7,483$	0,17	1000	1,15
	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Im}(Y_{\text{вх.Н}})} = 11,88$	0,33	100	2,5
	$S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Im}(Y_{\text{вх.Н}})} = -6,713$		600	1,08

З точки зору максимального підвищення чутливості в діапазоні зміни опору ПВП давача на основі двох каскадів УПН, найкращою є комбінація польового транзистора, включеного зі спільним стоком та спільним затвором, оскільки на частоті $\Omega = 0,017$ максимальна чутливість спостерігається у найширшому діапазоні зміни опору Z_0 , приріст якого дорівнює 1,67. З точки ж зору максимального підвищення чутливості в діапазоні приведеної частоти, найкращою є комбінація польового транзистора, включеного зі спільним стоком та спільним витоком, оскільки на частоті $\Omega = 0,17$ максимальна чутливість спостерігається у найширшому діапазоні Ω , приріст якого дорівнює 1,58.

Висновки

1. Розроблено узагальнену математичну модель багатопараметричного давача, яка описує залежність перетвореної провідності багатокаскадного УПП_N як від кількості каскадів N , так і від значень перетворених опорів ПВП, а також від параметрів окремих каскадів та дозволяє здійснити пошук оптимальних комбінацій каскадів багатопараметричних УПП_N з точки зору досягнення максимальної чутливості давача.

2. Проведено дослідження давачів на основі двокаскадних багатопараметричних УПП_N, реалізованих на польових транзисторах, які показали доцільність використання двох каскадів для побудови генераторних давачів.

3. Максимальне підвищення чутливості в діапазоні приведеної частоти дає комбінація послідовно включеного польового транзистора, включеного зі спільним стоком та спільним витоком. Максимальна чутливість ($S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Im}(Y_{\text{вх.}N})} = -8,948$) спостерігається у найширшому діапазоні Ω , приріст якого дорівнює 1,58.

4. В діапазоні зміни опору ПВП давача на основі двох каскадів УПП_N, максимальне підвищення чутливості давача спостерігається у разі використанні комбінації польового транзистора, включеного зі спільним стоком та спільним затвором, оскільки на частоті $\Omega = 0,017$ максимальна чутливість ($S_{\text{Im}(Z_i)}^{\text{Re}(Y_{\text{вх.}N})} = -5,252$) спостерігається у найширшому діапазоні зміни опору Z_0 , приріст якого дорівнює 1,67.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рабочий А. А. Повышение чувствительности преобразователей с датчиками, использующими резисторные и ёмкостные сенсорные элементы / А. А. Рабочий // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. — Орел : Госуниверситет — УНПК, 2012. — № 5. — С. 104—107. — ISSN: 2073-7408
2. Войцеховська О. В. Нелінійні властивості комбінованих транзисторних негатронів та пристроїв автоматики на їх основі : дис. ... канд. тех. наук : 05.13.05 / Олена Валеріївна Войцеховська. — Вінниця, 2007. — 176 с.
3. Оптимізація параметрів давачів на основі узагальненого перетворювача імітансу / [Л. Б. Ліщинська, Я. С. Ткачук, С. С. Фурса, М. А. Філінюк] // *Моделювання та інформаційні технології : зб. наук. пр.* — К. : Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова, 2013. — № 68. — С. 18—26.
4. Ліщинська Л. Б. Інформаційні пристрої на основі багатопараметричних узагальнених перетворювачів імітансу : моногр. / Л. Б. Ліщинська. — Вінниця : ВНТУ, 2013. — 219 с.
5. Маркушевич А. И. Комплексные числа и конформные отображения / А. И. Маркушевич. — М.: Наука, 1980. — 56 с.
6. Філінюк М. А. Основи негатроніки. Том II. Прикладні аспекти негатроніка : моногр. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. — 306 с.
7. Філінюк М. А. Методи і засоби вимірювання параметрів потенційно-нестійких чотириполюсників : моногр. / М. А. Філінюк, К. В. Огородник, Л. Б. Ліщинська. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2010. — 175 с.

Рекомендована кафедрою проектування комп'ютерної та телекомунікаційної апаратури

Стаття надійшла до редакції 06.02.2014

Філінюк Микола Антонович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри проектування комп'ютерної та телекомунікаційної апаратури;

Ліщинська Людмила Броніславівна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки;

Ткачук Яна Сергіївна — аспірантка кафедри проектування комп'ютерної та телекомунікаційної апаратури, e-mail: rozhkova.yana@gmail.com.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

M. A. Filyniuk¹
L. B. Lishchynska¹
Ya. S. Tkachuk¹

Analisis of sensor sensitivity on the basis of two-stage GIC_N

¹Vinnitsia National Technical University

The study of sensors based on two-stage multiparameter GIC implemented on the basis of FET is conducted in this paper. It is shown that using two stages expands the functionality of the sensor, increasing its sensitivity in several times is better than using a single cascade of GIC.

Keywords: sensor, generalized immittance convertor, stage, FET, sensitivity.

Filyniuk Mykola A. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of Chair of Computer and Telecommunication Equipment Design;

Lishchynska Liudmyla B. — Cand. Sc.(Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of Computer Science;

Tkachuk Yana S. — Post-Graduate Student of the Chair of Computer and Telecommunication Equipment Design, e-mail: rozhkova.yana@gmail.com

Н. А. Филинюк¹
Л. Б. Лищинская¹
Я. С. Ткачук¹

Анализ чувствительности датчика на основе двухкаскадного ОПИ_N

¹Вінницький національний технічний університет

Проведено исследование датчиков на основе двухкаскадных многопараметрических ОПИ_N, реализованных на полевых транзисторах. Показано, что использование двух каскадов расширяет функциональные возможности датчика, повышая его чувствительность в несколько раз лучше, чем при использовании одного каскада ОПИ.

Ключевые слова: датчик, обобщённый преобразователь иммитанса, каскад, полевой транзистор, чувствительность.

Филинюк Николай Антонович — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой проектирования компьютерной и телекоммуникационной аппаратуры;

Лищинская Людмила Брониславовна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры вычислительной техники;

Ткачук Яна Сергеевна — аспирант кафедры проектирования компьютерной и телекоммуникационной аппаратуры, e-mail: rozhkova.yana@gmail.com.