

© 2011 р. Л.Б. Ліщинська, С.Є. Фурса, Я.С. Рожкова,
Р.Ю. Чехместрук, М.А. Філінюк

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

ОПТОІМІТАНСНІ ЛОГІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ

Запропоновано новий різновид логічних елементів – оптоімітансні логічні елементи. Теоретично обґрунтовано базові логічні рівні та описано принцип дії логічних елементів, наведено приклад схемотехнічної реалізації.

Ключові слова: логічний елемент, імітанс, логічний рівень.

Предложена новая разновидность логических элементов – оптоиммитансные логические элементы. Теоретически обоснованно базовые логические уровни и описан принцип действия логических элементов, приведен пример схемотехнической реализации.

Ключевые слова: логический элемент, иммитанс, логический уровень.

A new kind of logic elements such as optical immitance logic elements was suggested. Basic logical levels and logic elements functionality were described. An example of schemotechnical realization was demonstrated

Keywords: logic elements, immitans, logical levels.

Вступ

Логічні елементи (ЛЕ) є невід'ємною складовою обчислювальної техніки та систем керування. Більшість логічних елементів є відеоімпульсними, а отже, їх стан визначається стрибками струму та напруги, які і визначають двійкове представлення інформації.

Існують також оптичні логічні [1] і радіочастотні логічні елементи [2]. Теоретично, ряд параметрів цих схем вищі, ніж для відеоімпульсної логіки, однак їх практична схемотехнічна реалізація залишається недосконалою. Отже, задача розробки логічних елементів на основі нових принципів є актуальною.

Одним з шляхів розв'язання поставленого завдання є побудова імітансних логічних елементів [3] на базі односторонніх узагальнених перетворювачів імітансу (УПІ) [4], що працюють у лінійному режимі. Різновидом таких елементів є оптоімітансні логічні елементи, які поєднують у собі властивості узагальнених перетворювачів імітансу та оптоелектронних приладів, що суттєво розширює їх функціональні можливості та покращує технічні характеристики.

Оптоімітансні логічні елементи оцінюють параметрами, що характеризують їх логічні елементи, а також параметрами, що характеризують їх як оптично чутливі пристрої:

- навантажувальна здатність;
- коефіцієнт об'єднання за входом і коефіцієнт об'єднання за виходом;
- швидкодія при перемиканні;
- перешкодозахищеність;
- технологічність;
- мінімальна чутливість Φ_{\min} – тобто найменше значення світлового потоку, за якого виникає фотовідгук чутливого елемента і відбувається перемикання схеми.

Теоретичне обґрунтування роботи логічних елементів

Відомо, що під імітансом W розуміється повний опір УПІ (імпеданс) $Z = \text{Re}Z + j\text{Im}Z$, або повна провідність (адмітанс) $Y = \text{Re}Y + j\text{Im}Y$. У загальному випадку це комплексні величини, що мають дійсну $\text{Re}W$ і уявну $\text{Im}W$ частотно-залежні частини. Дійсна частина є диференціальним параметром: опором $R = \text{Re}Z = \partial u / \partial i$, або провідністю $G = \text{Re}Y = \partial i / \partial u$, які можуть бути як позитивними $R^{(+)}(G^{(+)}) > 0$, так і негативними $R^{(-)}(G^{(-)}) < 0$.

Уявна частина також є диференціальним параметром і характеризується диференціальною ємністю $C = 1/p \operatorname{Im} Z = \operatorname{Im} Y / p$, або диференціальною індуктивністю $L = 1/p \operatorname{Im} Y = \operatorname{Im} Z / p$, які також можуть бути як позитивними $C^{(+)}(L^{+}) > 0$, так і негативними $C^{(-)}(L^{-}) < 0$. Отже, у загальному випадку стан електричного ланцюга на змінному струмі характеризується такими диференціальними параметрами:

$$R^{(+)}, R^{(-)}, G^{(+)}, G^{(-)}, C^{(+)}, C^{(-)}, L^{(+)}, L^{(-)}.$$

При цьому слід звернути увагу, що відповідний логічний рівень описується не кількісною величиною імітансного парамет-

ра, а лише його характером або знаком, що підвищує перешкодозахищеність запропонованої системи. З урахуванням "позитивної" та "негативної" логіки існує кілька варіантів представлення логічних рівнів ОЛЕ (табл. 1) [3].

В якості вхідного інформаційного параметра ОЛЕ використовується світловий потік Φ . Логічній одиниці 1 відповідає наявність світлового потоку, тобто $\Phi \neq 0$, в якості логічного 0 використовується відсутність світлового потоку, $\Phi = 0$.

В якості вихідного параметра використовуються характер реактивної складової повного імітансу або знак активної складової.

Таблиця 1. Варіанти імітансного представлення логічних "0" та "1".

Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3	
Логічний рівень	Імітансний рівень	Логічний рівень	Імітансний рівень	Логічний рівень	Імітансний рівень
Позитивна логіка					
0	$R^{(-)}$	0	$G^{(-)}$	0	$G^{(+)}$
1	$R^{(+)}$	1	$G^{(+)}$	1	$L^{(+)}$
Негативна логіка					
0	$R^{(+)}$	0	$G^{(+)}$	0	$L^{(+)}$
1	$R^{(-)}$	1	$G^{(-)}$	1	$G^{(+)}$
Варіант 4		Варіант 5		Варіант 6	
Позитивна логіка					
0	$L^{(-)}$	0	$G^{(-)}$	0	$G^{(-)}$
1	$L^{(+)}$	1	$G^{(+)}$	1	$L^{(-)}$
Негативна логіка					
0	$L^{(+)}$	0	$G^{(+)}$	0	$L^{(-)}$
1	$L^{(-)}$	1	$G^{(-)}$	1	$G^{(-)}$

Таблиця 2. Види оптоімітансних логічних елементів.

1-2		3-4		5-6	
Вхід	Вихід	Вхід	Вихід	Вхід	Вихід
$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$	Φ	$\operatorname{Re} Z_{\text{вих}}$	Φ	$\operatorname{Re} Z_{\text{вих}}$	$\operatorname{Re} Z_{\text{вих}}$
Φ	$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$	Φ	$\operatorname{Re} Z_{\text{вих}}$	$\operatorname{Re} Z_{\text{вих}}$	Φ
7-8		9-10		11-12	
Вхід	Вихід	Вхід	Вихід	Вхід	Вихід
$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$	Φ	$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$	$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$	$\operatorname{Re} Z_{\text{вих}}$	$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$
Φ	$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$	Φ	Φ	Φ	Φ
$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$	$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$	$\operatorname{Re} Z_{\text{вих}}$	$\operatorname{Re} Z_{\text{вих}}$	$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$	$\operatorname{Re} Z_{\text{вих}}$
Φ	$\operatorname{Im} Z_{\text{вих}}$	Φ	Φ	Φ	Φ

Наприклад, індуктивний характер реактивної складової імпедансу $\text{Im}Z_{\text{вих}} > 0$ (L) відповідає логічному нулю 0, а ємнісний $\text{Im}Z_{\text{вих}} < 0$ (C) характер відповідає логічній одиниці 1. Отже, усі ОЛЕ можна класифікувати за вхідним та вихідним інформаційним параметром (табл. 2).

Приклад схемотехнічної реалізації

Технічна реалізація УПІ можлива як на пасивних, так і на активних компонентах. Використання пасивних компонентів (відрізків лінії передачі, різних видів електричних і акустичних трансформаторів, феритів тощо) можливе в обмежених варіантах і, як правило, приводить до погіршення масогабаритних і технологічних характеристик. Водночас, такі УПІ не дозволяють реалізувати негативні дійсні імпеданси, а отже і створити імпедансні логічні пристрої з функціональною повнотою. Зважаючи на це, перевагу слід віддати активному УПІ, що, зокрема, реалізовується на базі напівпровідникових активних приладів.

Покажемо можливість реалізації оптоімпедансного LC -логічного елемента "НІ" на базі конвертора імпедансу на основі біполярного транзистора, який включений за схемою із спільним колектором.

На рис. 1 наведено залежність реактивної складової перетвореного імпедансу такого конвертора від світлового потоку, що лежить в основі роботи ОЛЕ. На рис. 2 наведено схему ОЛЕ.

Перетворюваним імпедансом узагальненого перетворювача імпедансу слугує опір фоторезистора $R1$. Величина перетвореного імпедансу імпедансного логічного елемента залежить від наявності або відсутності оптичного опромінювання на фоторезисторі $R1$.

Якщо на фоторезистор не діє опромінювання $\Phi=0$, що відповідає логічному нулю, то на виході пристрою буде перетворений імпеданс з ємнісним характером реактивної складової, що відповідає логічній одиниці. Якщо ж на фоторезистор $R1$ діє опромінювання, що відповідає логічній одиниці, на виході пристрою буде перетворений імпеданс

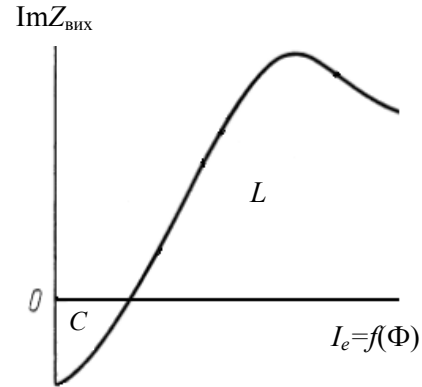


Рис. 1. Залежність реактивної складової перетвореного імпедансу від світлового потоку.

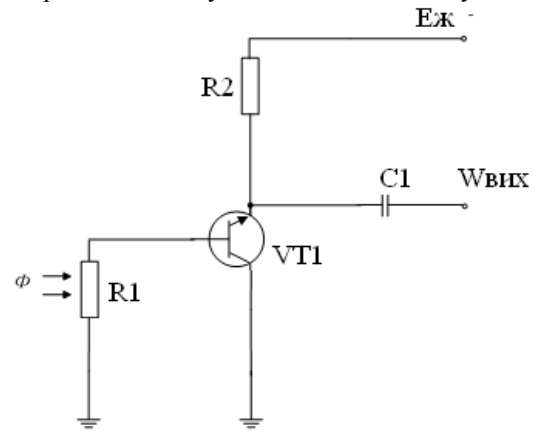


Рис. 2. Високочастотна частина оптоімпедансного логічного елемента "НІ".

Таблиця 3. Таблиця істинності оптоімпедансного LC -логічного елемента "НІ".

Вхід		Вихід	
$\Phi=0$	0	$\text{Im}Z_{\text{вих}} < 0$ (C)	1
$\Phi \neq 0$	1	$\text{Im}Z_{\text{вих}} > 0$ (L)	0

Таблиця 4. Таблиця істинності оптоімпедансного R -логічного елемента "НІ".

Вхід		Вихід	
$\Phi=0$	0	$\text{Re}Z_{\text{вих}} < 0$ (R^-)	0
$\Phi \neq 0$	1	$\text{Re}Z_{\text{вих}} > 0$ (R^+)	1

з індуктивним характером реактивної складової, що відповідає логічному нулю. Тобто реалізується функція "НІ".

Істинності оптоімпедансного LC -логічного елемента "НІ" наведено в таблиці 3.

Аналогічним чином реалізується оптоімпедансний R -логічний елемент, в якому в якості інформаційного параметра використовується знак дійсної складової перетвореного імпедансу, його таблиця істинності має вигляд таблиці 4.

Висновки

Для побудови імітансних логічних схем пропонується використовувати властивості односторонніх узагальнених перетворювачів імітансу, що працюють в лінійному режимі.

Поєднання цих властивостей із оптичним властивостями ряду пристроїв дозволяє будувати логічні елементи, які мають розширені функціональні можливості та вищу швидкодію у порівнянні з потенційними та оптоелектронними логічними схемами, що працюють у нелінійному режимі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Кожемяко В.П., Натрошвили О.Г., Мартынюк Т.Б., Имнашвили Л.Ш.* Оптоэлектронная схемотехника. – К.: УМК, 1988. – 276 с.
2. *Кичак В.М.* Радиоимпульсные логические НВЧ элементы. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 1999. – 240 с.
3. *Ліщинська Л.Б., Філінюк М.А.* Імітансна логіка // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2010. – **18**(2). – С. 25-31.
4. *Філінюк М.А., Ліщинська Л.Б.* Активні УВЧ та НВЧ фільтри. – Вінниця:ВНТУ, 2010. – 396 с.