

ИММИТАНСНЫЙ ПОЛУСУММАТОР

Приведено обоснование схемы иммитансного полусумматора, построенного на основе иммитансных сумматора по модулю 2 и элемента «И». Предложена математическая модель иммитансного полусумматора, исследованы диапазоны входных и выходных иммитансов. Предложены рекомендации для обеспечения высокой помехоустойчивости при работе схемы.

Ключевые слова: полусумматор, иммитанс, иммитансная логика.

N.A. FILINYUK, L.B. LISHCHYNSKA, A.A. LAZAREV

Vinnytsia national technical university

V.P. STAKHOV

Vinnytsia Institute of Trade and Economics of Kyiv National University of Trade and Economics

IMMITTANCEHALF ADDER

Abstract – This paper deals with the immittance half adder, using active immittance as an information parameter. There are mathematical model and truth table of the immittance half adder received in this article. Also shown scheme of the immittance half adder that uses basic logic immittance elements "NO", "OR", "AND", built on the segments of the transmission line, which have the properties of generalized immittance converters in the microwave range. The range of possible input and output immittance were studied and adjusted, and recommendations for ensuring high noise immunity are proposed.

Keywords: half adder, immittance, immittance logic.

Вступлення

Целью работы является разработка иммитансного полусумматора на основе моноиммитансных логических R-элементов. Для достижения этой цели решаются задачи обоснования схемы иммитансного полусумматора на основе моноиммитансных логических R-элементов и разработки его математической модели, а также обоснование возможных диапазонов входных и выходных сопротивлений.

Основная часть

Полусумматор [1] представляет собой логическую схему, которая имеет два входа и два выхода, позволяет вычислять сумму $A+B$, где A и B — это разряды (биты) двоичного числа, при этом результатом будут два бита S и C , где S — это бит суммы по модулю 2, а C — бит переноса [2]. На рис. 1 представлены условное графическое обозначение полусумматора и его таблица истинности.

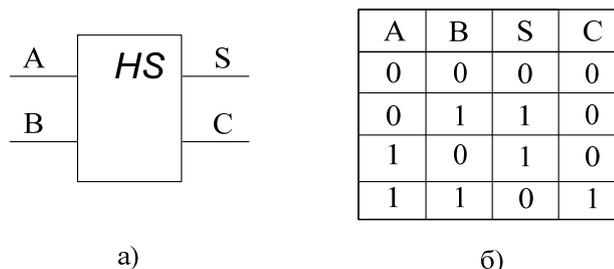


Рис. 1. Условное графическое обозначение (а) и таблица истинности (б) полусумматора

Наиболее распространенной схемой реализации полусумматора является комбинация сумматора по модулю 2 и логического элемента «И» (рис.2а). Вариантом реализации полусумматора на основе базовых логических элементов может быть схема [1], представленная на рис. 2б, где пунктиром обведен сумматор по модулю 2, реализованный на базовых логических элементах «НЕ», «ИЛИ» и «И».

Приведенная схема на рис. 2 применима также и для моноиммитансных логических элементов. Одним из вариантов реализации моноиммитансных логических элементов является построение их на отрезках линии передачи, обладающих в СВЧ диапазоне свойствами обобщенных преобразователей иммитанса. Поэтому, используя набор базовых моноиммитансных элементов «НЕ», «ИЛИ» и «И» [3,4], получаем схему иммитансного полусумматора:

На схеме $l_1 - l_7$ - длина отрезков линии передачи; n - любое натуральное число, $R_A^{(0)}$, $R_A^{(1)}$ и $R_B^{(0)}$, $R_B^{(1)}$ - входные иммитансы, обозначающие логический уровень «0» или «1» соответственно на входах A или B схемы; $K1$ и $K2$ - переключатели входных логических состояний; B - развязывающий вентиль, Γ - опорный СВЧ генератор.

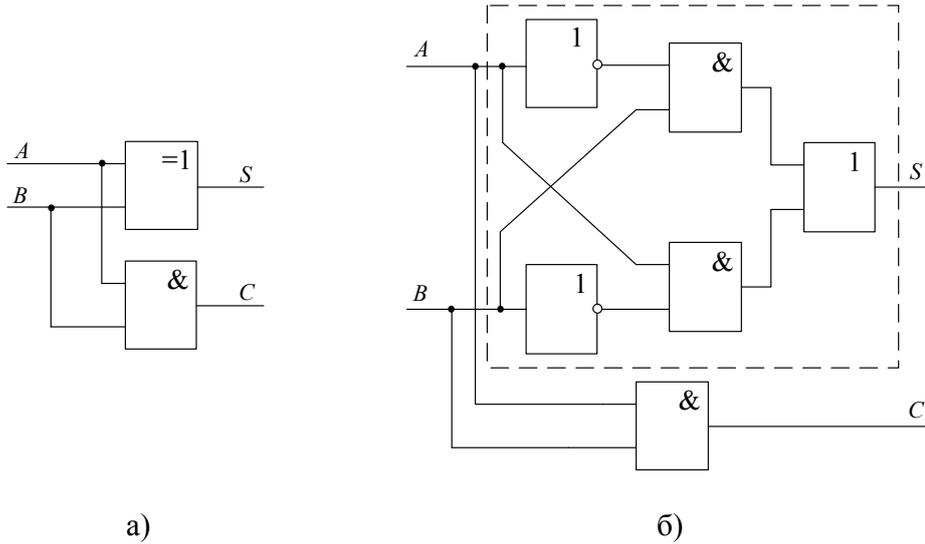


Рис. 2. Структурные схемы полусумматора

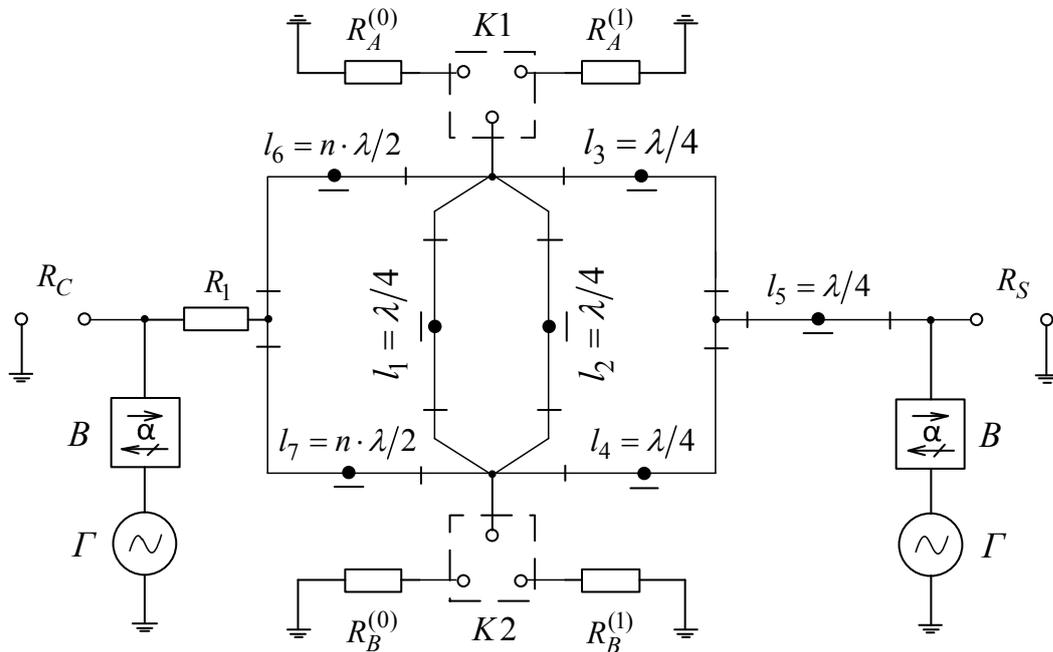


Рис. 3. Электрическая схема иммитансного полусумматора

Основой математической модели такой логической схемы являются ее передаточные характеристики $R_S = F(R_A, R_B)$ и $R_C = F(R_A, R_B)$. При их описании учитываем трансформирующие свойства четвертьволновых отрезков линии передачи $l_1 - l_5$, а также будем считать, что волновые сопротивления всех отрезков линии передачи идентичны и равны Z_0 :

$$R_S = Z_0^2 \frac{\frac{Z_0^2}{R_B + Z_0^2/R_A} \cdot \frac{Z_0^2}{R_A + Z_0^2/R_B}}{\frac{Z_0^2}{R_B + Z_0^2/R_A} + \frac{Z_0^2}{R_A + Z_0^2/R_B}}, \quad (1)$$

$$R_C = \frac{R_A \cdot R_B}{R_A + R_B} \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) описывает передаточную характеристику иммитансного полусумматора, изображенную на рис. 4а,б. Так как для иммитансного полусумматора информационным параметром является активный импеданс «R», логические состояния характеризуются диапазоном значений этого параметра. Логической единице "1" соответствует диапазон изменения $R_{н.}^{(1)} < R^{(1)} < R_{г.}^{(1)}$, а логическому нулю «0» соответствует диапазон изменения $R_{н.}^{(0)} < R^{(0)} < R_{г.}^{(0)}$, где $R_{н.}^{(1)}$, $R_{г.}^{(1)}$, $R_{н.}^{(0)}$ и $R_{г.}^{(0)}$ - резистивные

границы соответствующих логических уровней.

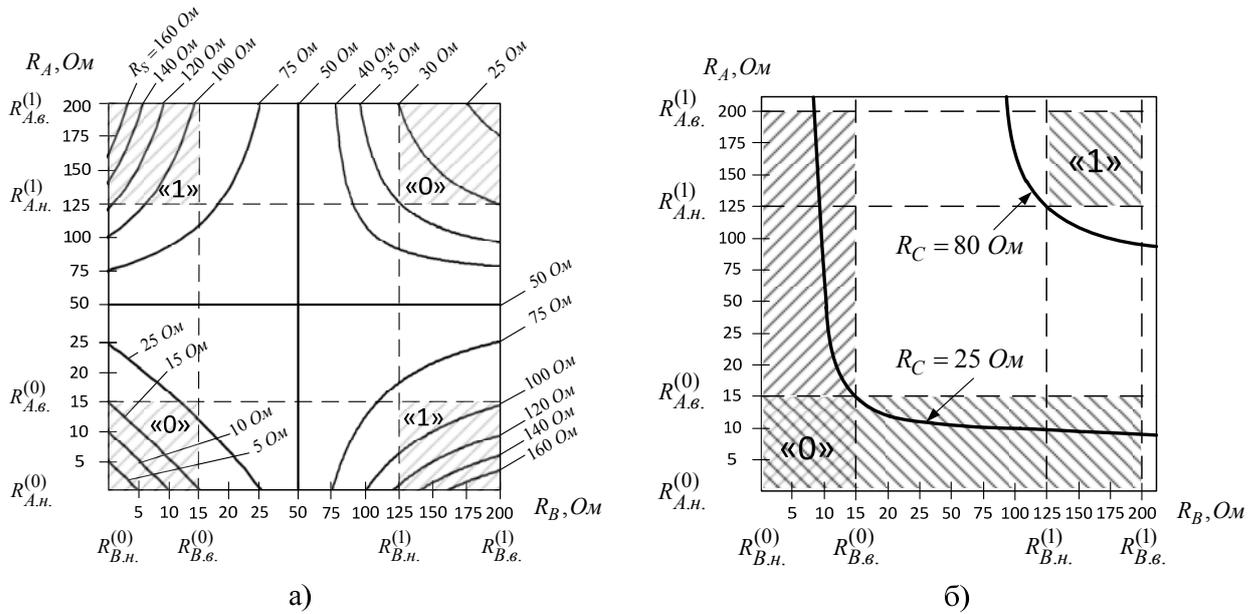


Рис. 4. Иммитансная передаточная характеристика иммитансного полусумматора на выходе S (а) и на выходе C (б)

Исходя из рис. 4, работу иммитансного полусумматора можно описать таблицей истинности, которая представлена на рис.5.

R_A	R_B	R_S	R_C
"0" $R_{A.н.}^{(0)} < R_A^{(0)} < R_{A.в.}^{(0)}$	"0" $R_{B.н.}^{(0)} < R_B^{(0)} < R_{B.в.}^{(0)}$	"0" $R_{S.н.}^{(0)} < R_S^{(0)} < R_{S.в.}^{(0)}$	"0" $R_{C.н.}^{(0)} < R_C^{(0)} < R_{C.в.}^{(0)}$
"1" $R_{A.н.}^{(1)} < R_A^{(1)} < R_{A.в.}^{(1)}$	"0" $R_{B.н.}^{(0)} < R_B^{(0)} < R_{B.в.}^{(0)}$	"1" $R_{S.н.}^{(1)} < R_S^{(1)} < R_{S.в.}^{(1)}$	"0" $R_{C.н.}^{(0)} < R_C^{(0)} < R_{C.в.}^{(0)}$
"0" $R_{A.н.}^{(0)} < R_A^{(0)} < R_{A.в.}^{(0)}$	"1" $R_{B.н.}^{(1)} < R_B^{(1)} < R_{B.в.}^{(1)}$	"1" $R_{S.н.}^{(1)} < R_S^{(1)} < R_{S.в.}^{(1)}$	"0" $R_{C.н.}^{(0)} < R_C^{(0)} < R_{C.в.}^{(0)}$
"1" $R_{A.н.}^{(1)} < R_A^{(1)} < R_{A.в.}^{(1)}$	"1" $R_{B.н.}^{(1)} < R_B^{(1)} < R_{B.в.}^{(1)}$	"0" $R_{S.н.}^{(0)} < R_S^{(0)} < R_{S.в.}^{(0)}$	"1" $R_{C.н.}^{(1)} < R_C^{(1)} < R_{C.в.}^{(1)}$

Рис. 5. Таблица истинности иммитансного полусумматора

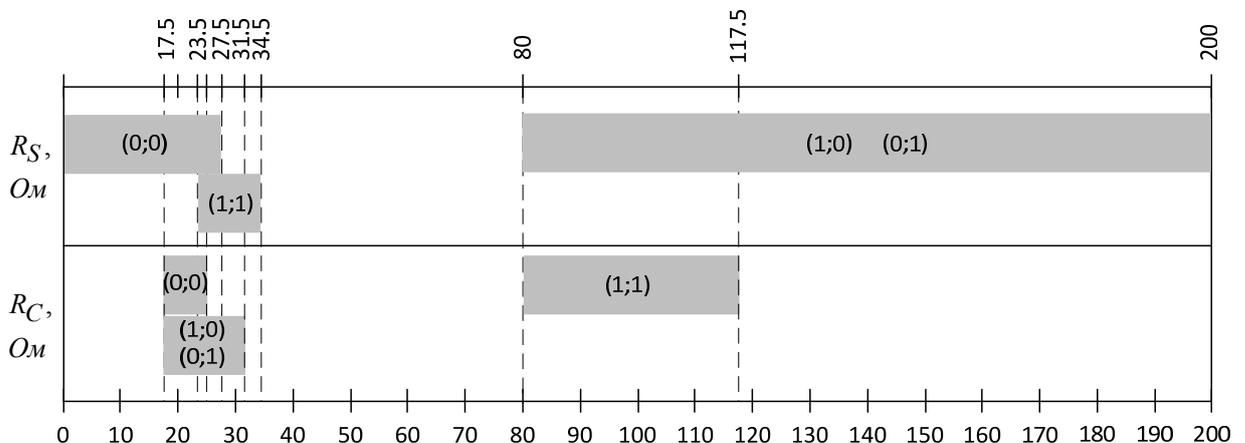


Рис. 6. Диапазоны значений выходных сопротивлений иммитансного полусумматора

Определим совместимость и оптимальность диапазонов входных сопротивлений и выходных сопротивлений. Для этого будем считать, что $R_1 = 17.5 \text{ Ом}$, диапазон значений входного сопротивления,

соответствующего логическому «0», равен $0 \div 15 \text{ Ом}$, диапазон значений входного сопротивления, соответствующего логической «1», равен $125 \div 200 \text{ Ом}$. Исходя из уравнений (1) и (2), график диапазонов выходных сопротивлений имеет вид, представленный на рис. 6:

Из рис. 6 следует, что для выхода R_C диапазон значений выходного сопротивления, соответствующего логическому «0», равен $0 \div 34.5 \text{ Ом}$, а диапазон значений выходного сопротивления, соответствующего логической «1», равен $80 \div 200 \text{ Ом}$. Для выхода R_S диапазон значений выходного сопротивления, соответствующего логическому «0», равен $17.5 \div 31.5 \text{ Ом}$, а диапазон значений выходного сопротивления, соответствующего логической «1», равен $80 \div 117.5 \text{ Ом}$. Из этого следует, что общий диапазон значений выходных сопротивлений схемы, соответствующих логическому «0», равен $0 \div 34.5 \text{ Ом}$, а общий диапазон значений выходных сопротивлений схемы, соответствующих логической «1», равен $80 \div 200 \text{ Ом}$.

Согласно исследованиям помехозащищенности иммитансного полусумматора, которая состоит из помехозащищенности составных частей схемы – иммитансных сумматора по модулю 2 и логического элемента «И» [5], для обеспечения высокой помехоустойчивости схемы необходимо стремиться к уменьшению значения реактивного сопротивления во входных активных импедансах. Для корректной работы схемы величина добротности входных активных импедансов должна не превышать 0,15, что соответствует относительной погрешности выходного активного импеданса в 2%. Также необходимо учитывать, что увеличение номиналов входных активных сопротивлений может привести к увеличению погрешности выходного активного сопротивления за счет влияния нестабильности волнового сопротивления отрезков линии передачи, а уменьшение номиналов входных активных сопротивлений может привести к увеличению погрешности выходного активного сопротивления за счет влияния нестабильности частоты опорного генератора.

Выводы

Приведено обоснование схемы иммитансного полусумматора, построенного на моноиммитансных логических R-элементах, использующих трансформирующие свойства отрезков линии передачи, а также разработана его математическая модель. Определены возможные диапазоны работы иммитансного полусумматора и оценена их совместимость. При использовании диапазона входных сопротивлений ($0 \div 15 \text{ Ом}$) для логического «0» и ($125 \div 200 \text{ Ом}$) для логической «1» сопротивления на выходах S и C будут находиться в диапазоне ($0 \div 34.5 \text{ Ом}$) для логического «0» и ($80 \div 200 \text{ Ом}$) для логической «1». Предложены рекомендации выбора значений активной и реактивной составляющих входных иммитансов для обеспечения высокой помехоустойчивости схемы.

Литература

1. J. Bhattacharya Rudiments of Computer Science / Joyrup Bhattacharya // Academic Publishers. — 2010. — ISBN 978-93-80599-02-1.
2. Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику. Курс лекций. / Ю.В. Новиков // М.: Интернет-университет информационных технологий, 2006. — 343 с. — ISBN 5-94774-600-X.
3. Моноиммитансные логические RLC-элементы / Н.А. Филинчук, Л.Б. Лищинская, Е.В. Войцеховская, В.П. Стахов // Вісник Хмельницького національного університету, № 3. – 2015р. – С.117-121.
4. Microwave immitance logical elements / L.B. Lishchynska, N.A. Filinyuk, R.Y. Chekhmestrouk, Y.S. Rozhkova – 22st International Crimean Conference: Microwave and Telecommunication Technology, CriMiCo 2012. – Sevastopol, Ukraine. – 10-14 September 2012. - P. 137-138.
5. Моноиммитансный логический R-элемент «И» / Н. А. Филинчук, Л. Б. Лищинская, Е.В. Войцеховська, В. П. Стахов/ «Вимірювальна та Обчислювальна Техніка в Технологічних Процесах», 2016. - №1 (54) - С. 68-74 - ISSN 2219-9365.

References

1. J. Bhattacharya Rudiments of Computer Science / Joyrup Bhattacharya // Academic Publishers. — 2010. — ISBN 978-93-80599-02-1
2. Novikov Ju.V. Vvedenie v cifrovuju shemotekniku. Kurs lekciij. / Ju.V. Novikov // M.: Internet-universitet informacionnyh tehnologij, 2006. — 343 p. — ISBN 5-94774-600-X.
3. Monoimmitansnye logicheskie RLC-jelementy / N.A. Filinjuk, L.B. Lishhinskaja, E.V. Vojcehovskaja, V.P. Stahov // Vistnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, № 3. – 2015r. – P.117-121.
4. Microwave immitance logical elements / L.B. Lishchynska, N.A. Filinyuk, R.Y. Chekhmestrouk, Y.S. Rozhkova – 22st International Crimean Conference: Microwave and Telecommunication Technology, CriMiCo 2012. – Sevastopol, Ukraine. – 10-14 September 2012. - P. 137-138.
5. Monoimmitansnyj logicheskij R-jelement «I» / N. A. Filinjuk, L. B. Lishhinskaja, O. V. Vojcehov'ska, V. P. Stahov / «Vimirjuval'na ta Obchisljuval'na Tehnika v Tehnologichnih Procesah», 2016. - №1 (54) - P. 68-74 - ISSN 2219-9365.

Рецензія/Peer review : 22.3.2017 р.

Надрукована/Printed : 19.6.2017 р.

Рецензент: д.т.н., проф. С.И. Первозников