

ГЕНЕРАТОР ТАКТОВИХ ІМПУЛЬСІВ НА БАЗІ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ
НАДПРОВІДНОСТІ ТА ПЕРЕХОДІВ ДЖОЗЕФСОНА¹ Вінницький національний технічний університет**Анотація**

Запропонована принципова схема генератора тактових імпульсів на базі високотемпературної надпровідності та переходів Джозефсона. Розглянуто принцип дії такого генератора та спосіб формування коротких одноквантових імпульсів напруги

Ключові слова: перехід Джозефсона, генератор тактових імпульсів, надпровідниковий квантовий інтерферометр, високотемпературний надпровідник.

Abstract

The electric circuit of the clock pulse oscillator based on high-temperature superconductivity and Josephson junctions is proposed. Principle of action of the oscillator and the method of forming short single-quantum voltage pulses are considered.

Keywords: Josephson junctions, pulse oscillator, superconducting quantum interferometer, high-temperature superconductor.

Вступ

Постійно зростаючі потреби в розширенні смуги робочих частот і підвищення швидкодії безпроводних систем передавання інформації та підвищення чутливості пристроїв приймання та оброблення радіосигналів все важче задовільнити в рамках традиційних технологій з несучими частотами в діапазоні 2 ÷ 5 ГГц. Це сприяє проведенню досліджень та розробці пристроїв безпроводного передавання, приймання та оброблення сигналів у терагерцовому діапазоні [1].

Серед багатьох технологій, які використовуються в теперішній час для розв'язання цих задач найбільш ефективним є застосування макроскопічних квантових ефектів у надпровідникових структурах.

Це дозволяє створювати високочутливі, швидкодіючі пристрої цифрового оброблення та передавання радіосигналів для сучасних телекомунікаційних систем в міліметровому та субміліметровому діапазоні хвиль.

Окрім високої чутливості, яка обумовлена низьким рівнем робочих температур, такі пристрої характеризуються вкрай малою енергією перемикання, яка становить 10^{-18} Дж/біт (для напівпровідникових пристроїв мінімальне значення становить 10^{-13} Дж/біт) та високою швидкістю. Тактові частоти пристроїв на базі низькотемпературної надпровідності можуть становити кілька сотень ГГц, а у випадку високотемпературної надпровідності (в ТНЛ) – 1 ТГц і більше [2].

Тому метою цієї статті є побудова фізичної моделі генератора тактових імпульсів на базі переходів Джозефсона з використанням високотемпературної надпровідності та дослідження його параметрів та характеристик.

Розв'язання задачі

Одним із важливих елементів пристроїв цифрової обробки інформації є генератори тактових імпульсів, які широко використовуються при побудові аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів сигналів і в багатьох інших системах.

Застосування високотемпературних надпровідників (ВТНП) забезпечує можливість формування джозефсонівських переходів з більш високими значеннями характерної частоти, що є важливим для створення джозефсонівських генераторів в терагерцовому діапазоні. Проте, при виготовленні високоякісних джозефсонівських переходів з відтворювальними параметрами на базі ВТНП виникає багато проблем, які не дають можливості використовувати традиційні

технології, що застосовуються у випадку низькотемпературних джозефсонівських переходів. Одним із основних методів, який забезпечує можливість формування переходів Джозефсона з досить високим відтворенням параметрів є використання ВТНП півок, які вирощуються на бікристалевих підкладках [3.4]. Проте із-за неоднорідності бікристалевої межі такої структури, використання традиційних зосереджених моделей тут неможливо.

Враховуючи, що нанорозмірні переходи на базі ВТНП не потребують зовнішнього шунтування для забезпечення демпфування, принципова схема генератора тактових імпульсів наведена на рис.1 [5].

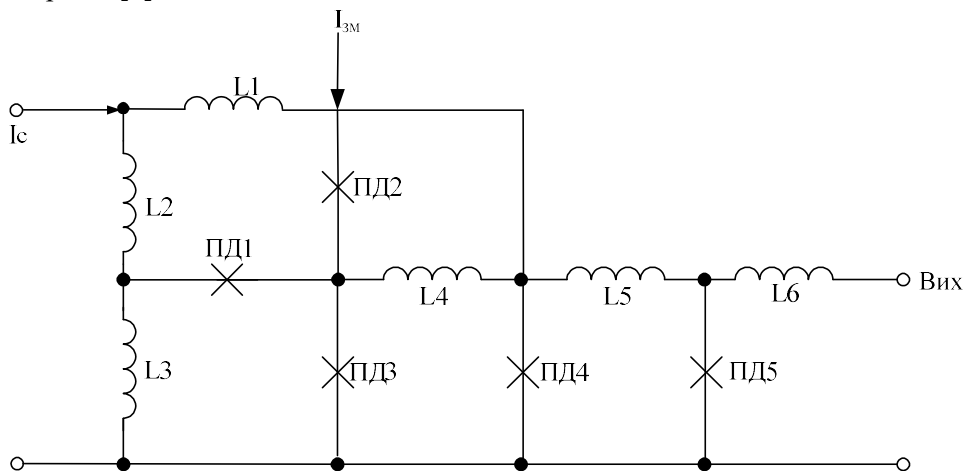


Рис. 1 - Принципова схема генератора тактових імпульсів

Генератор тактових імпульсів складається із надпровідникового квантового інтерферометра (НКІ) (L3, ПД1, ПД3) та формувача імпульсів (L4, ПД4, L5, ПД5).

Через НКІ пропускається постійний струм, ненабагато менший критичного струму, та струм синхронізації I_c , який визначає частоту та фазу послідовності тактових імпульсів. При передаванні тактових імпульсів по надпровідникових шинах, амплітуда імпульсу зменшується і він розтягується по часу. Для збереження форми імпульсу використовується формувач імпульсів, на який подається струм зміщення, величина якого чуть менша критичного струму. Тому, якщо на вхід формування імпульсів поступає «розмитий» тактовий імпульс, то на виході має місце короткий одноквантовий імпульс напруги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Торгашин М. Ю. Разработка и исследование джозефсоновских генераторов терагерцевого диапазона на основе распределенных туннельных переходов: дис. канд. наук: 01.04.03 / М. Ю. Торгашин; ИРЕРАН им. В.М. Котельникова. – М.:2013. -140 с.
2. Калашников К. В. Гармонический смеситель на туннельном переходе сверхпроводник-изолятор-сверхпроводник/ К. В. Калашников, А. В. Худченко, А. М. Барышев, В. П. Кошелец // Радиотехника и электроника – 2011. – т. 56, № 6. – Ст. 755-759
3. Арзуманов А. В. Многоэлементные синхронные джозефсоновские структуры: дис. канд. физ.-матем. наук: 01.04.03 / А.В. Арзуманов; МГУ им. М.В. Ломоносова – М. : 2007. – 122 с.
4. Войтович И. Д. Нанoeлектронная элементная база информатики. Науч. пособие / И. Д. Войтович, В. М. Корсунский // М. : Интернет-Университет информационных технологий БИНОМ. – 2013. – 643с.
5. Корнев В. К. От одно- и двухконтактного сквидов к би-сквиду / В. К. Корнев, И. И. Соловьев, А. В. Шарафиев, Н. В. Кленов // Труды МГУ им. М.В. Ломоносова. – 2011. – 17 с.

*Кичак Василь Мартинович – доктор техн.наук, професор кафедри телекомунікаційних систем та телебачення. Вінницький національний університет. м. Вінниця.
e-mail:v.m.kychak@gmail.com*

Кичак Володимир Васильович - канд.техн.наук кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail:v.v.kychak@gmail.com

Гузь Максим Дмитрович – аспірант кафедри телекомунікаційних систем та телебачення. Вінницький національний університет. м. Вінниця. e-mail:guz.maksim@gmail.com

Kychak Vasyl Martynovych - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:v.m.kychak@gmail.com

Kychak Volodymyr Vasylovych – Ph.D, Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:v.v.kychak@gmail.com

Guz Maxim Dmytrovych - post-graduate student of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: guz.maksim@gmail.com