

ШИРОКОСМУГОВИЙ ГІБРИДНО-ІНТЕГРАЛЬНИЙ СПРЯМОВАНИЙ ВІДГАЛУЖУВАЧ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ З КВАДРАТУРНИМ ФАЗОВИМ ЗСУВОМ

Іванечко Д. М.

(Науковий керівник Турєєва О. В., старший викладач)

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Радіотехнічний факультет

Спрямовані відгалужувачі (СВ) є одним з важливих елементів багатьох систем НВЧ діапазону. З огляду на тенденції мініатюризації все більш складних пристроїв, розробці гібридно-інтегральних схем НВЧ присвячується значна увага. Електродинамічною основою їх в міліметровому і ближній частині терагерцового діапазонів довжин хвиль доцільно використовувати хвилеводно-щілинну лінію (ХЩЛ), втрати в якій значно менші ніж в мікросмужковій. При цьому розповсюдженою топологією СВ часто виступає відгалужувач на зв'язаних лініях передачі, оскільки необхідне значення перехідного ослаблення тут реалізується дуже просто, а сам СВ добре інтегрується до складу пристрою, який виконується на єдиній підкладинці. Дослідженню амплітудно-частотних характеристик таких СВ було присвячено значну кількість робіт. Разом з тим їх фазові характеристики досі не досліджувались, незважаючи на їх критичну важливість для реалізації ряду пристроїв. Прикладом є розробка широкосмугових мультиплексорів на суміжні смуги частот, де саме квадратурність вихідних портів СВ (тобто 90-градусний відносний фазовий зсув хвиль на цих портах) забезпечує розв'язку окремих фільтрів.

Зазначена топологія СВ на основі ХЩЛ зображена на *рис.1*.

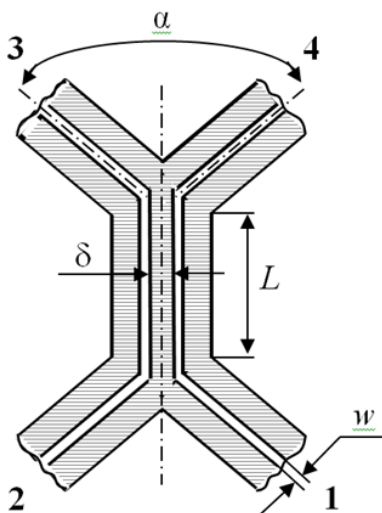


Рис. 1. Топологія СВ на основі ХЩЛ

В роботі [1] показано, що довжина області зв'язку щілин ХЩЛ пов'язана з перехідним ослабленням співвідношенням

$$L=2(\beta_e-\beta_o)^{-1}\arcsin(10^{-|S_{31}|/20}), \quad (1)$$

де β_e, β_o - фазові сталі хвиль парного і непарного типів у хвилеводно-копланарній лінії, яка утворюється в секції зв'язку двох ХЩЛ, а $|S_{31}|$ – значення перехідного ослаблення в дБ. Співвідношення (1) було отримане в припущенні чітко відокремленої області зв'язку. Це відповідає куту α на *рис.1*, рівному 180° . Значне відбиття хвиль від границь області зв'язку в цьому випадку призводить до помилок в розрахованому згідно [1]

перехідному ослабленні, значному погіршенні розв'язки і порушенню квадратурності його виходів. З метою уникнути цих недоліків пари вихідних портів повертаються на відмінний від 180-градусного кут, а гострі кути між щілинами ХЩЛ згладжуються. В даній роботі досліджена залежність відносного фазового зсуву хвиль на вихідних портах СВ від кута α між ними в смузі частот 35 – 38 ГГц. Результати розрахунків подані на *рис.2*. Розрахунки виконані для ширини щілини ХЩЛ $w=150$ мкм, відстані між щілинами $\delta=1,1$ мм, підкладки з товщиною $d=140$ мкм і діелектричною проникністю $\epsilon=2,45$. Планарна структура СВ поміщена у стандартний хвильовід перерізом $a \times b = 7,2 \times 3,4$ мм. При розрахунках частотних залежностей відносного фазового зсуву при кожному куті α довжина області зв'язку L дещо змінювалась з метою забезпечити перехідне ослаблення, рівним середній по діапазону величині 3дБ. Частотні залежності перехідного ослаблення при кожному із розглянутих на *рис.2* кутів зображені на *рис.3*. З наведених результатів видно, що найкращі результати з огляду на вимоги до квадратурності досягаються при кутах близьких до 120°. Збільшення кута до 180° призводить до погіршення цього параметру і збільшення нерівномірності АЧХ перехідного ослаблення, що пов'язане, вірогідно, із резонансним збудженням надрозмірної області хвильоводної камери в області з'єднання хвильоводів.

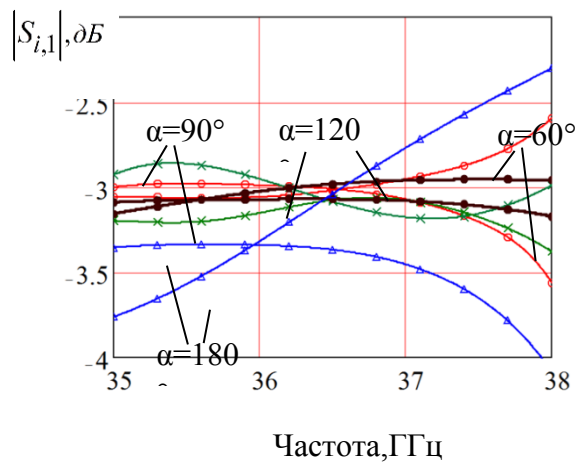
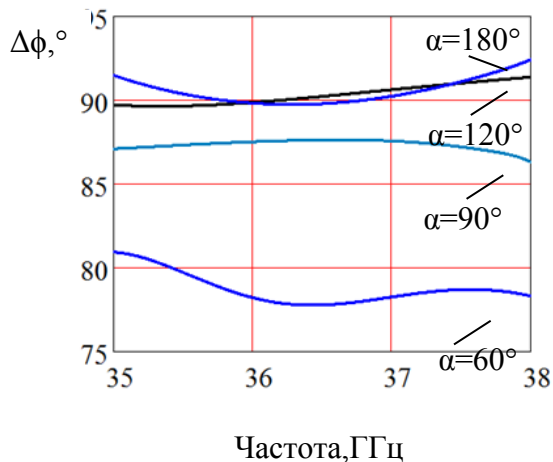


Рис. 2. Результати розрахунків Рис. 3. Частотні залежності перехідного ослаблення

Таким чином, належний вибір кута між портами в топології СВ на основі неперервно зв'язаних ХЩЛ дозволяє реалізувати відгалужувач із відносним фазовим зсувом хвиль у вихідних портах $90 \pm 1^\circ$ в діапазоні частот 35 – 38 ГГц.

Література

1. Анбиндерис Т.Т. Направленные ответвители на связанных волноводно-щелевых линиях / Анбиндерис Т.Т., Ищенко М.Г., Мирный С.В., Омеляненко М.Ю. // Радиоэлектроника (Известия вузов). — 1989. — № 10. — С. 95-96.