

Кичак В. М., Михалевський Д. В. (Україна, м. Вінниця)

Визначення низькочастотних шумових характеристик багатоемітерних транзисторів

Шуми на низьких частотах присутні у всіх виробках електронної техніки (ВЕТ). Вони несуть інформацію про надійність. На даний час розроблено багато методів відбракування за рівнем низькочастотних шумів, які є загальними для усіх ВЕТ. Але існують певні різновиди транзисторів, які використовуються для побудови цифрових інтегральних схем транзисторно-транзисторної логіки (ТТЛ). Це багатоемітерні інтегральні транзистори, які характеризуються певними особливостями. Актуальною задачею є визначення надійності мікросхем ТТЛ на початковому етапі виготовлення – дослідження допустимих шумових характеристик.

Для аналізу шумових властивостей багатоемітерних транзисторів, розглянемо найпростіший двоелементний. Схема інтегрального двоелементного транзистора зображена на рис. 1 а) [1].

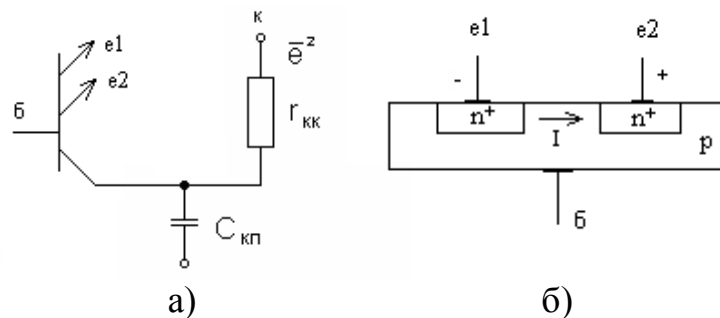


Рис. 1. Двоелементний транзистор: а) – інтегральна модель; б) – взаємодія між емітерами.

Як видно із рис. 1 цей транзистор можна розглядати як сукупність двох транзисторів, в яких існує взаємозв'язок між суміжними емітерами. Очевидно, що цей зв'язок буде впливати на картину шумів. На рис. 1. б зображена область двох емітерів в інтегральному виконанні. При надходженні на них різних за полярністю сигналів виникає паразитний струм, при цьому область n^+ , і p -область бази формують паразитний транзистор $n^+ - p - n^+$ типу.

Враховуючи описані вище особливості, на основі шумової моделі інтегрального транзистора для області низьких частот [2], модель двохемітерного транзистора зображена на рис. 2.

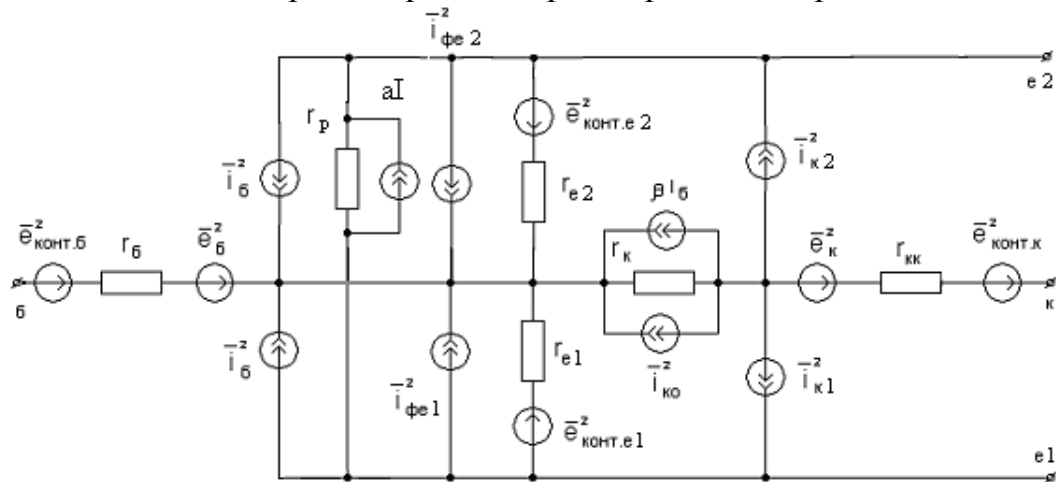


Рис. 2. Шумова модель двохемітерного транзистора.

Для цього типу транзисторів можна припустити що, математична модель шумів, при дії сигналу на один із емітерів, аналогічна до звичайного інтегрального транзистора і джерела шумів аналогічні. При дії двох однакових сигналів на обидва емітера, можна вважати, що шуми флуктуацій на них подвоюються, а також будуть вноситись додаткові шуми паразитним транзистором, коефіцієнт передачі якого - αI , які теж можуть мати частотну залежність із складовою $1/f$.

Приведену шумову модель можна використовувати для оцінки рівня шумових характеристик двохемітерного транзистора, а також на її основі оцінювати шумові параметри схем ТТЛ. При цьому рівень шумів спільних джерел помножуються і враховуються шуми паразитного транзистора між двома суміжними емітерами. В ідеальному випадку кожен багатоемітерний інтегральний транзистор повинен мати однаковий за природою і величині шум.

Література

1. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники: Учебное пособие для вузов. 2-е изд. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2003. – 488 с.
2. Придорогин В. М. Шумовые свойства транзисторов на низких частотах. – М.: энергия, 1976. – 160 с.