

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

Вплив зворотнього зв'язку на шумові характеристики транзистора в низькочастотному діапазоні

При розрахунку математичних шумових моделей транзисторів зазвичай враховують внутрішні параметри транзистора. Результати розрахунків мають приблизні значення і не сходяться з експериментальними значеннями. Тому є доцільним підвищувати точність математичного моделювання.

Одним із способів підвищення точності є запропонований метод, який враховує елементи схеми вмикання транзистора при розрахунку шумових характеристик, які вносять власні теплові шуми, а також в схемі діє від'ємний зворотній зв'язок. Як додаткові, розглядаються джерела шумової напруги колекторного і емітерного опорів, у схемі зі спільним емітером. Вплив цих опорів враховується еквівалентною шумовою моделлю біполярного транзистора в діапазоні низьких частот (рис. 1).

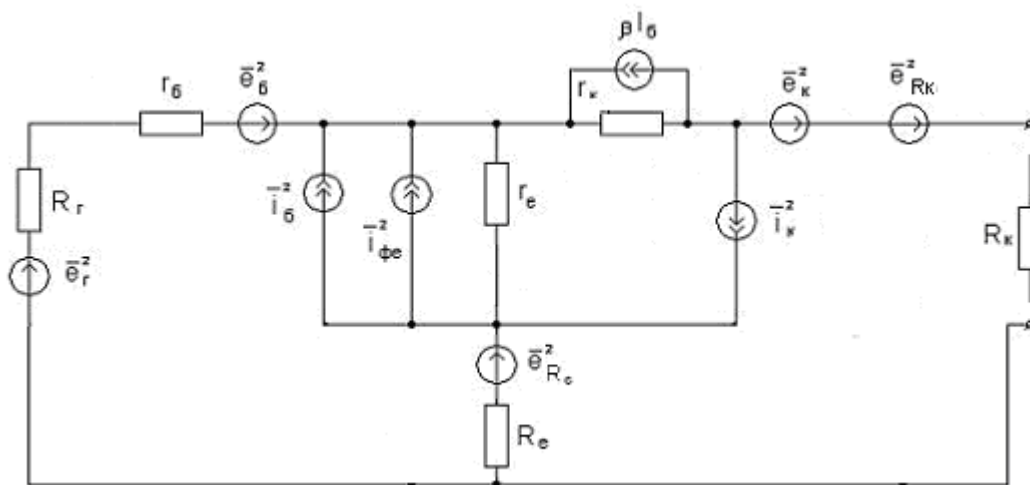


Рис. 1 Шумова модель біполярного транзистора із врахуванням зворотнього зв'язку.

Для приведеної еквівалентної шумової моделі транзистора напруга шумів на виході буде визначатися за виразом

$$\bar{u}_{ш}^2 = (\bar{e}^2 + \bar{i}^2 \cdot (R_c + R_e)^2 + \bar{e}_{R_c}^2) \frac{R_k K_u}{R_k + R_e K_u}$$

де K_u - коефіцієнт підсилення по напрузі.

$$\overline{e^2} = \overline{e_{\bar{o}}^2} + \overline{i_{\phi e}^2} r_{\bar{o}}^2 + \frac{\overline{i_k^2} R_{\bar{e}x}^2}{\beta^2} + \overline{e_{Re}^2} + \frac{\overline{e_{Rk}^2} (R_{\bar{e}x} + \beta r_k)^2}{\beta^2 r_k^2},$$

$$\overline{i^2} = \overline{i_{\bar{o}}^2} + \overline{i_{\phi e}^2} + \frac{\overline{e_{Rk}^2}}{\beta^2 r_k^2} (\beta + 1)^2, \quad R_{\bar{e}x} = r_{\bar{o}} + r_e (\beta + 1) + R_e.$$

Як видно із приведених формул шумові напруга і струм набудуть більшого значення за рахунок додаткових шумів колекторного і емітерного опорів.

Отже при визначенні шумових характеристик транзисторів треба враховувати вплив схемних елементів і зв'язків. Врахування цього впливу може призвести до зменшення похибок розрахунків математичних шумових моделей і отримання більш точних характеристик.