

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КВАРЦОВОГО ГЕНЕРАТОРУ З БЕЗПОСЕРЕДНІМ УПРАВЛІННЯМ ЧАСТОТОЮ П'ЄЗОРЕЗОНАНСНОЇ СИСТЕМИ

Сучасний розвиток радіотехнічних систем управління та зв'язку зумовлює використання все більшої кількості високоточних та високостабільних пристроїв, домінуючу роль серед яких відіграють кварцові резонатори (КР), які використовуються в системах зв'язку, радіолокації і радіонавігації, в прецизійних вимірювальних системах, в обчислювальній та мікропроцесорній техніці, у телекомунікаційному устаткуванні, визначаючи, в переважній більшості випадків, їх технічні характеристики. Широке розповсюдження КР пояснюється не тільки їх високими технічними характеристиками, але рядом переваг, які виводять їх на перше місце у порівнянні з іншими пристроями. Чутливість коливальної системи КР до механічних, температурних впливів, величини міжелектродного зазору дає можливість безпосереднього регулювання резонансної частоти, що дозволяє відмовитися від використання варикапів, які обумовлюють достатньо високій рівень фазових шумів та обмежують діапазон регулювання частоти на рівні (200 - 400) ppm. [1], [2] .

Найбільш розповсюджені схеми кварцових генераторів – осциляторна і фільтрова (рис. 1).

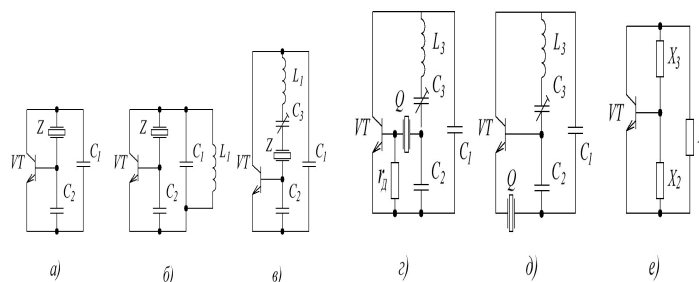


Рис. 1 Еквівалентні схеми осциляторного та фільтрового кварцових генераторів

В першому випадку частота генерації обумовлена як частотою

послідовного резонансу КР, так і параметрами схеми коливальної системи генератору: $f_{\Gamma O} = f_{\hat{E}\hat{A}}(1 - \hat{E}_{CX})$. Для фільтрових схем (з КР в ланцюзі зворотного зв'язку) частота генерації практично співпадає з частотою послідовного резонансу КР: $f_{\Gamma O} \approx f_{\hat{E}\hat{A}}$.

В представленій роботі визначені розрахункові співвідношення для вихідної частоти КГ f_r при управлінні частотою модуляцією величини міжелектродного зазору п'єзореzonансної системи x . В роботах [3], [4] показано, що при зміні величини міжелектродного зазору ПРС x змінюються параметри електричної еквівалентної схеми КР, що впливає на параметри коливальної системи в цілому. На підставі цього визначені співвідношення:

$$f_{\Gamma O} = \frac{1}{2(2h)} \sqrt{\frac{c_{66}}{\rho}} \left(1 - \frac{4(2h)k_{26}^2 \varepsilon_0}{\pi^2 (2\varepsilon_0 h + \varepsilon_{22} x)} \right) \times \left(1 - \frac{\hat{E}_{CX} S_{EL} e_{26}^2}{\sqrt{c_{66}} \rho h^2 \pi} \frac{(2h\varepsilon_0)^2}{(2\varepsilon_0 h + \varepsilon_{22} x)^2} \right), \quad (1)$$

$$f_{\Gamma \Phi} = \frac{1}{2(2h)} \sqrt{\frac{c_{66}}{\rho}} \left(1 - \frac{4(2h)k_{26}^2 \varepsilon_0}{\pi^2 (2\varepsilon_0 h + \varepsilon_{22} x)} \right), \quad (2)$$

де: S_{EL} - площа електродів ПР; $c_{\lambda\mu}$ – компоненти тензора пружності; $e_{i\lambda}$ – п'єзоелектричні коефіцієнти; ε_{ij} - діелектричні коефіцієнти; ρ – щільність матеріалу п'єзореzonатора; $k_{26}^2 = e_{26}^2 / \bar{c}_{66} \varepsilon_{22}^s$ - коефіцієнт електромеханічного зв'язку; K_{CX} - коефіцієнт співвідношення ємкостей у схемі генератору; h - товщина кристалічного елементу.

Література:

1. Петров Б.Е. Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах: Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов / В. А. Романюк, Б.Е. Петров - М.: Высш. шк. - 1989. - 232 с.
 2. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов / В.В. Шахгильдян, В.Б. Козырев, А.А. Ляховкин и др.; Под ред. В. В. Шахгильдяна. — 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 2003. - 560 с.
 3. Колпаков Ф.Ф. Пьезорезонансные механотроны в измерениях параметров сердечно-сосудистой системы человека / Ф.Ф. Колпаков, С.К. Пидченко, А.А. Таранчук, А.Е. Опольская // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. — Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2009. — №2(36). — С. 60-71.
- Савченко В.М. Параметри електричної схеми Batterworth – Van Dyke

п'єзоелемента з міжелектродним зазором і однобічним масонавантаженням / В.М. Савченко, С.В. Хуторненко // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: Харк. ун-т повітр. сил ім. Івана Кожедуба, 2008. – №2(14). – С. 104 – 107.