

# МОДЕЛЮВАННЯ П'ЄЗОРЕЗОНАНСНИХ ПРИСТРОЇВ ІЗ МІЖЕЛЕКТРОДНИМ ЗАЗОРОМ

Савченко В.М.

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

П'єзореzonансні пристрої (ПР) на об'ємних акустичних хвилях характеризуються високими показниками добротності, тому дозволяють отримувати високостабільні генератори та фільтри із вузькою полозою пропускання. Для підвищення чутливості кварцових датчиків із частотним виходом бажано забезпечити великий динамічний діапазон, що вимагає зниження добротності пристрою. Керовані ПР на основі кварцових п'єзореzonаторів з безпосереднім керуванням частотою за рахунок зміни величини міжелектродного зазору (добротності ПР) мають ряд переваг у порівнянні з аналогічними пристроями, в яких перестроювання частоти здійснюють за рахунок варіювання ємності послідовно підключеного варикапу, а саме – більший діапазон перестроювання частоти та відсутність додаткових фазових шумів варикапу. Для моделювання ПР, як елемента електричної схеми, він заміщується еквівалентною електричною схемою (ЕЕС) *Butterworth-van Dyke*, в якій параметри послідовної та паралельних ланок є функціями величини зазору та (або) масонавантаження.

На основі одновимірної моделі коливань ПР були отримані параметри ЕЕС ПР та його коефіцієнти чутливості до впливу зовнішніх та конструктивних факторів, що дозволяє проводити аналіз роботи ПР як за допомогою чисельно-аналітичних методів, так із використанням схемотехнічних та математичних САПР загального призначення.

Розроблено програмне забезпечення, що реалізує чисельно-аналітичні методи моделювання параметрів ПР системі комп'ютерної математики *Maple* та дозволяє: *по-перше*, визначати конструктивні та фізичні параметри зрізів кристалічних елементів та ПР на їх основі; *по-друге*, визначати чутливість ПР до впливу зовнішніх факторів; *по-третьє*, визначати чутливість ПР до зміни величини міжелектродного зазору та масонавантаження; *по-четверте*, моделювати роботу ПР у складі кварцового генератору; *по-п'яте*, обчислювати параметри активних фільтрів на основі ПР із міжелектродним зазором та масонавантаженням; *по-шосте*, проводити оптимізацію параметрів ПР за обраними критеріями методами нелінійного програмування.

Проведено моделювання та параметричну оптимізацію ПР з безпосереднім керуванням частотою. Проаналізовано різні варіанти розташування рухомого електроду ПР та їх вплив на селективні властивості ПР, визначено конструкції ПР, що забезпечують спеціальні властивості пристрою, наприклад лінійність модуляційної характеристики.