

УДК 519.6

А. Головатий

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

РОЗРОБКА VHDL-AMS МОДЕЛІ МІКРОМЕХАНІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ MEMS СЕНСОРА КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ

Гіроскопами називаються пристрої для вимірювання кутової швидкості. Розвиток технологій мікроелектроніки дає можливість створювати якісно нові гіроскопи – мікроелектромеханічні (MEMS сенсори кутової швидкості). Особливістю таких пристроїв є те, що на одному напівпровідниковому кристалі виготовляють як схему керування і вимірювання, так і механічні рухомі елементи

MEMS сенсор кутової швидкості є одним із найскладніших пристроїв, що виготовляються за сучасними MEMS технологіями.

Для ефективного проектування і моделювання таких сенсорів, покращення їх якості і надійності та отримання наперед вказаних технічних характеристик створюють різноманітні комп'ютерні моделі засобами спеціалізованого прикладного програмного забезпечення такого як ANSYS, CoventorWare, NODAS, Cadence, MATLAB, hAMSter (VHDL-AMS). Такі моделі можуть бути побудовані використовуючи спеціальну мову VHDL-AMS, яка дозволяє описати роботу пристроїв, що функціонують за різними фізичними законами.

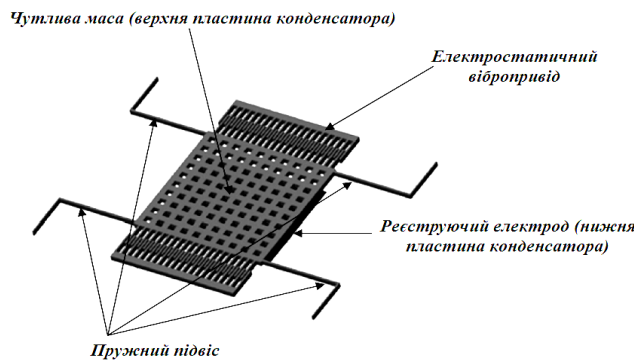


Рис.1. Модель MEMS сенсора кутової швидкості камертонного типу

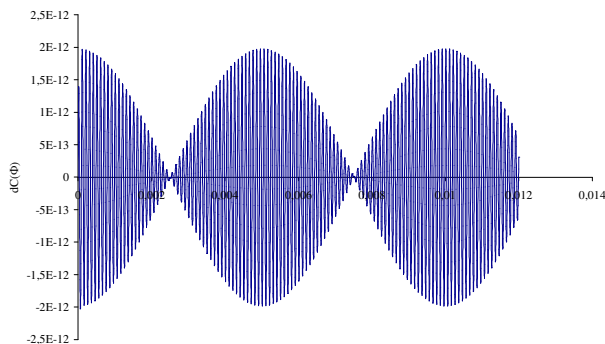


Рис.3. Результати моделювання

Побудована модель дозволяє моделювати зміщення, зміни прискорення Коріоліса, ємності та струму від прикладеної кутової швидкості Ω .

```
library ieee;
library disciplines;
use disciplines.kinematic_system.all;
use disciplines.electromagnetic_system.all;
entity sensitive_mass is
  generic (m : real := 0.29e-9;
           cx : real := 4.95e-5; cy : real := 4.95e-5;
           kx : real := 1.8786; ky : real := 1.8786;
           A : real := 320.0e-6*400.0e-6;
           d0 : real := 1.5e-6);
  port (terminal proof_mass, ref : kinematic;
        terminal top_el, bot_el : electrical);
end entity sensitive_mass;
architecture behav of sensitive_mass is
  quantity vel_x : velocity;
  quantity q : charge;
  quantity disp : displacement;
  quantity C : real; -- capacitance
  quantity pos_x across force through proof_mass to ref;
  quantity omega : angular_velocity; -- rad/s
  quantity pos_y : displacement;
  quantity v across i through top_el to bot_el;
  constant eps : real := 1.0;
  constant eps0 : real := 8.85419e-12;
begin
  vel_x == pos_x'dot;
  force == kx*pos_x + cx*pos_x'dot + m*vel_x'dot;
  omega == 1.0*MATH_PI/180.0; --*
  cos(MATH_2_PI*100.0*NOW);
  pos_y == (- cy*pos_y'dot - m*pos_y'dot'dot -
            2.0*m*vel_x*omega)/ky;
  C == eps*eps0*A/disp;
  q == C*v;
  i == q'dot;
end architecture behav;
```

Рис.2. Фрагмент VHDL-AMS моделі MEMS сенсора