

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Рымарев Д. В.

Воробей А. М. – м. т. н, ассистент

В современных системах измерения влажности, использующих емкостные датчики, одной из главных задач является обеспечение оптимальных характеристик датчика. Это обязывает к проведению моделирования характеристик датчика в зависимости от различных его параметров.

Принцип работы емкостного датчика влажности в целом схож с поведением конденсатора с параллельными обкладками. Электрическое поле, создаваемое датчиком, проникает в исследуемый материал на некоторую глубину и взаимодействует с ним. Датчик ведет себя как конденсатор, чья емкость становится функцией свойств системы. Таким образом, измеряя емкость, можно оценить свойства системы. Распределение электрического поля емкостного датчика показано на рисунке 1.

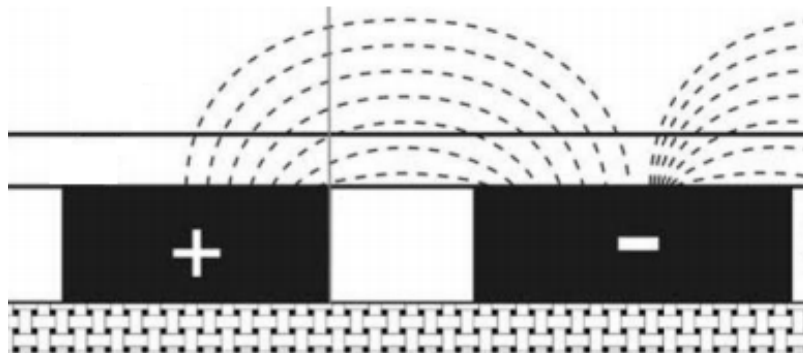


Рис. 1 – Распределение электрического поля емкостного датчика

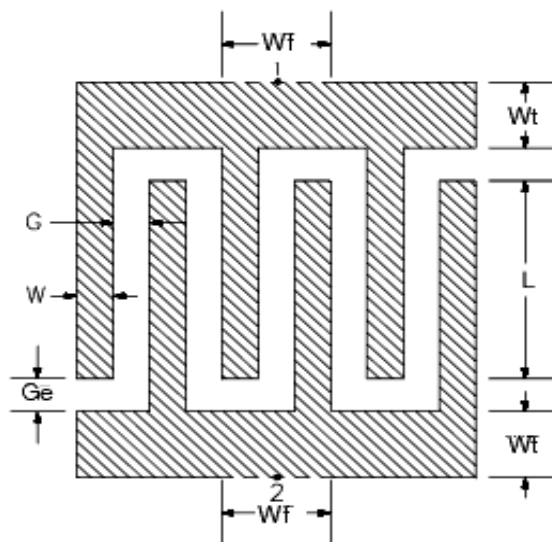


Рис. 2 – Геометрия емкостного датчика

Расстояние между положительным и отрицательным электродами определяет глубину проникновения электрического поля. Геометрия емкостного датчика приведена на рисунке 2. (W – ширина плеча, G – промежуток между плечами, Ge – промежуток между плечом и электродом, L – длина перекрывающейся области, Wt – ширина электрода, Wf – ширина питающей линии).

Наиболее эффективным способом для определения оптимальных параметров датчика (геометрия и материалы), используемых при изготовлении, является моделирование с использованием пакетов COMSOL Multiphysics, MATLAB и LiveLink for MATLAB.

MATLAB позволяет сформировать скрипт для формирования геометрии емкостного датчика влажности, тем самым давая возможность быстро менять его параметры. LiveLink for MATLAB в свою очередь позволяет

объединить две мощные среды моделирования – MATLAB и COMSOL Multiphysics. LiveLink for MATLAB позволяет перенести разработанные в MATLAB скрипты в пакет моделирования COMSOL Multiphysics для последующего использования. COMSOL Multiphysics – пакет моделирования, который решает системы нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных элементов в одном, двух и трех измерениях. Он позволяет решать задачи из области электромагнетизма, теории упругости, динамики жидкостей и газов и химической газодинамики.

Энергия, требуемая для того, чтобы зарядить конденсатор должна быть равна энергии электростатического поля W_e , которое находится по формуле:

$$W_e = Q^2 / 2C$$

Электростатическая плотность W_e доступна в режиме Electrostatics: программное обеспечение считает значение путем интегрирования.

Расчет C проводится с учетом накопленной электрической энергии и разности напряжений между двумя обкладками, и рассчитывается по формуле:

$$C = Q^2 / 2W_e = C^2 \Delta V^2 / 2W_e \Rightarrow C = 2W_e / \Delta V^2$$

Таким образом, разработана модель емкостного датчика влажности с применением программных пакетов MATLAB, LiveLink for MATLAB и COMSOL Multiphysics. Рассматриваемая модель за счет простого и удобного интерфейса позволяет проводить анализ поведения емкостного датчика влажности при изменении множества параметров датчика.

Список использованных источников:

1. A. R. Mohd Syaifudin, S. C. Mukhopadhyay, P. L. Yu, "Modelling and fabrication of optimum structure of novel interdigital sensors for food inspection," Int. J. Numer. Model. 2012; 25:68-81.
2. G. Alley, "Interdigital Capacitors and Their Application to Lumped-Element Microwave Integrated Circuits," IEEE Trans. MTT-18, December 1970, pp. 1028-1033.