

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ЄМНОСТІ ТА ІНДУКТИВНОСТІ КОМПОНЕНТІВ ЕЛЕКТРОННИХ СХЕМ

Важливо мати під рукою засіб для вимірювання ємності конденсаторів та котушок індуктивності. Це потрібно як при розробці електронних схем, так і для перевірки деталей. До того ж у виробників вже давно увійшло в моду не ставити маркування на корпусах радіодеталей. На вигляд вони можуть бути абсолютно однаковими, а номінали відрізняються в тисячі разів. Визначити це можна лише виміром параметрів. Тому, на даний момент вимірювач індуктивності та ємності є не замінний для людини, яка займається технічними розробками.

Аналогами такого пристрою є простий мультиметр, який поєднує в собі декілька функцій вимірювання. Здатний працювати з основними величинами. А саме з напругою, струмом, опором, ємністю та температурою, але часто в них не передбачено вимірювання індуктивності. Тому щоб дізнатися цю величину потрібно мати спеціальну приставку до мультиметра. Це є один з недоліків цього приладу. Моєю задачею є розробка менш дорогого вимірювача ємності та індуктивності з похибкою не більшою порівню з іншими аналогами. Особливостями є простота вимірювання та калібровки з використанням цифрового мікроконтролера.

Індуктивність та ємність - дві основні властивості ланцюгів RLC. Котушки індуктивності та конденсатори, які пов'язані з індуктивністю та ємністю відповідно, зазвичай використовуються в генераторах сигналів та аналогових фільтрах. Ключове різницю між індуктивністю і ємністю у тому, що індуктивність - це властивість провідника зі струмом, що створює магнітне поле навколо провідника. в той час як Ємність - це властивість пристрою утримувати та накопичувати електричні заряди.

Індуктивність - це «властивість електричного провідника, завдяки якому зміна струму через нього викликає електрорушійну силу у самому провіднику». Коли мідний дріт обертається навколо залізного сердечника і два краї котушки поміщаються на клеми батареї, вузол котушки стає магнітом. Це відбувається через властивості індуктивності.

Ємність пристрою вимірює здатність утримувати в ньому електричний заряд. Основний конденсатор складається з двох тонких плівок металевого матеріалу та діелектричного матеріалу, затиснутого між ними. Коли дві металеві пластини подається постійне напруга, ними накопичуються протилежні заряди. Ці заряди залишаються, навіть якщо напруга буде знята.

Індуктивність L і ємність C вимірюють в основному непрямим методом за допомогою амперметра, вольтметра і ватметра, для отримання більш точних результатів застосовують мостовий метод.

В пристроях дуже часто виходять з ладу конденсатори та котушки індуктивності. Для того щоб знайти та замінити дані елементи потрібно виміряти їх значення. Так, як це здійснюється непрямыми методами, то потрібно або застосовувати формулу для обрахунку, або налаштувати пристрій на потрібний режим роботи, що є незручно для кінцевого користувача. Тому розробка пристрою вимірювання ємності та індуктивності електронних схем з виводом вже обрахованих значень є актуальною задачею.

Структурна схема комп'ютеризованої системи вимірювання ємності та індуктивності компонентів електронних схем представлена на рис.1.

Схема складається з наступних елементів:

- Мікроконтролер **PIC16F1936** для управління пристроєм вимірювання;
- Блока живлення для живлення пристрою;
- Стабілізатора напруги для стабілізації напруги;
- Реле для вибору режиму вимірювання ємності чи індуктивності;
- Роз'єму J8, J9 куди підключаються щупи для вимірювання;
- Вмикач живлення пристрою
- Кнопка скидання даних для скидання значень в нуль;
- Дисплей для виведення результату вимірювання ємності чи індуктивності;
- Кварцовий резонатор видає електричний імпульс з частотою 16 МГц на вхід мікроконтролера для обробки показів, інформації та обчислення по програмі.

Основою даного пристрою буде служити генератор, що виконаний на біполярних транзисторах та радіокомпонентах об'язування. Його робоча частота визначається параметрами LC коливального контуру, який складається з невідомої ємності конденсатора C_x і паралельно підключеної котушки L_1 , в режимі визначення невідомої ємності - контакти X_1 і X_2 повинні бути замкнуті, а в режимі вимірювання індуктивності L_x , вона послідовно підключається з котушкою L_1 і паралельно з'єднаному конденсатору C_1 .

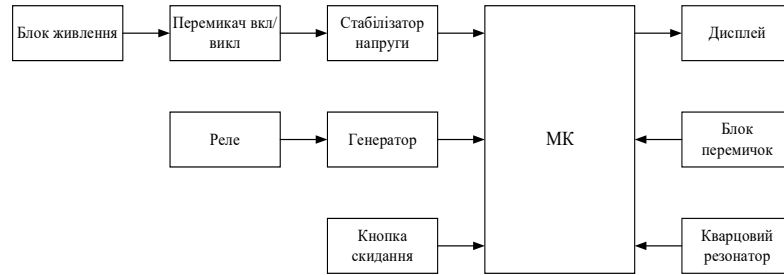


Рисунок 1 – Структурна схема комп’ютеризованої системи вимірювання ємності та індуктивності компонентів електронних схем

З підключенням до LC-метра невідомого елемента починає працювати генератор на якійсь частоті, яка фіксується дуже простим частотоміром, зібраним на транзисторах. Потім значення частоти перетворюється на постійний струм, який відхиляє стрілку мікроамперметра.

Після закінчення процесу загального складання необхідно буде відкалібрувати конструкцію у всіх діапазонах. Калібрування здійснюється за допомогою підбору опорів двох підстроювальних резисторів при підключенні до вимірювальних виводів радіоелементів із заздалегідь відомими номіналами.

Цей точний LC метр зібраний на мікроконтролері PIC16F628A. В основі конструкції LC метра лежить частотомір з LC осцилятором, частота якого змінюється в залежності від величин індуктивності або ємності, що вимірюються, і в результаті обчислюється. Точність частоти сягає 1 Гц.

Для пристрою було розраховано похибки прямих вимірювань. Для таких повторних вимірювань індуктивності катушки $L = \{5,05; 4,93; 4,95; 5,06; 5,07; 5,06; 5,06; 4,95; 4,96; 4,96\}$ мГн на вимірювачі індуктивності та ємності з діапазоні 0 до 10 мГн. Отже прорахували такі похибки:

1) випадкова похибка:

$$\Delta_B L = 2,26 * 0,058 = 0,131 \text{ мГн} \quad (1)$$

2) похибку приладу:

Враховуючи, що за умовою $R_{гр} = 10$ мГн, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{пр} L = \frac{1}{300} 2,0 * 10 * 1 \approx 0,06 \text{ мГн}; \quad (2)$$

3) загальну абсолютну похибку:

$$\Delta R = \sqrt{(\Delta_B L)^2 + (\Delta_{пр} L)^2 + (\Delta_3 L)^2} = \sqrt{0,13^2 + 0,06^2 + 0,02^2} \approx 0,14 \text{ мГн} \quad (3)$$

4) відносна похибка:

$$\delta L = \frac{\Delta L}{L} \times 100\% = \frac{0,14}{5,005} \times 100\% \approx 2,79\% \quad (4)$$

Переваги розробленого пристрою в порівнянні з аналогом є не дорогий, швидкодіючий, простий в експлуатації, має високу точність, не велека споживана потужність. Один із шляхів подальшого вдосконалення є збільшення діапазону вимірювання велечин. Розширення можливостей вимірювання інших об’єктів: діоди, семістори, резистори, транзистори тощо.

Список використаних джерел

1. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник/Д.М.Нестерчук, С.О.Квітка, С.В.Галько. – Мелітополь: Виданвничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 206 с.
2. [Мікроконтролерні пристрої : навч. посіб. для студ. спец. «Мікро- та наноелектроніка» / О. С. Тонкошкур, І. В. Гомілко, О. В. Коваленко ; Дніпропетровський нац. ун-т ім. О. Гончара. – Д. : Вид-во ДНУ, 2011. – 264 с.](#)
3. Мікроконтролери сімейства PIC [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://radio-etc.inf.ua/mps/lesson/L15_2012.pdf.
4. Смагін А. Г., Ярославський М. І. П'єзоелектрика кварцу та кварцові резонатори. - М.: "Енергія", 1970. - 488 с.
5. Pic16f1936 Datasheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://microchip.com/DataSheets/41364E.pdf>.