

Хранение токена в Local Storage используется в веб-приложении для проведения соревнований по программированию искусственного интеллекта разработанной кафедрой СПКБ ГрГУ им. Янки Купалы с 2021 года.

И. В. Колядич

(БрГУ имени А. С. Пушкина, Брест)

Науч. рук. **Н. Н. Ворсин**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ИЗМЕРИТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ КОНДЕНСАТОРОВ БОЛЬШОЙ ЕМКОСТИ

Особенностью данного измерителя является применение электромагнитного колебательного контура на очень низких частотах – порядка 10 Гц. Измеряемый конденсатор подключается к катушке с известной индуктивностью, образуя с ней колебательный контур. Затем измеряется резонансная частота полученного контура, и по формуле Томсона вычисляется электроемкость измеряемого конденсатора.

Эта идея реализована с выполнением дополнительных требований:

1. Малая амплитуда колебаний напряжения на контуре, что должно обеспечить измерение емкости оксидных конденсаторов;
2. Возможность оценки добротности измеряемого конденсатора;
3. Автоматизация процесса измерений, достаточно подключить конденсатор к клеммам прибора и прочесть результат с дисплея.

Для измерения резонансной частоты контура он включается в состав автогенератора колебаний. Частота колебаний принимается в качестве резонансной частоты контура. Частота измеряется простым частотомером, построенном на микроконтроллере pic16F628, который пересчитывает ее в значение емкости измеряемого конденсатора и обеспечивает индикацию результата.

Особенностью примененного автогенератора является возможность его работы в линейном режиме, при котором амплитуда вырабатываемых колебаний определяется внешней цепью автоматического регулирования. При этом амплитуда колебаний на измеряемом конденсаторе поддерживается равной 4 – 5 мВ, что исключает нелинейности в контуре. На рисунке 1 приведена схема данного генератора с колебательным контуром. Питание осуществляется током источника I. Можно показать, что данная цепь, обладающая положительной

обратной связью, создает между точками А и В эквивалентную отрицательную проводимость, определяемую упрощенной формулой

$$g_{-} \approx \frac{-I}{4U_T}, \quad (1)$$

в которой I – ток питания, $U_T=kT/e$ – т. н. температурный потенциал, равный 25 мВ при температуре $T=293$ К. Эта проводимость складывается с положительной проводимостью колебательного контура и способствует генерации колебаний в последнем. Условие стационарной амплитуды генерируемых колебаний состоит в равенстве нулю суммарной проводимости. Как следует из (1), оно может поддерживаться путем регулирования питающего тока I .

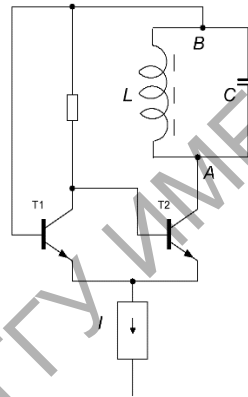


Рисунок 1 – Схема автогенератора

Проводимость контура на резонансной частоте определяется формулой $g_{+} = \frac{1}{\rho Q}$, в которой $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$ – характеристическое сопротивление контура, Q – его добротность. Как правило, добротность контура отождествляется с добротностью его индуктивной ветви $Q_L = \rho/r_L$, где r_L – эквивалентное последовательное сопротивление катушки индуктивности. Однако, оксидные конденсаторы обладают заметным последовательным сопротивлением – r_c , что вынуждает учитывать его и позволяет оценить конечную добротность емкостной ветви контура $Q_C = \rho/r_c$. При этом полная добротность контура выражается через добротности индуктивной и емкостной ветвей простой формулой: $\frac{1}{Q} = \frac{1}{Q_L} + \frac{1}{Q_C}$. В результате проводимость контура на резонансной частоте определится следующей формулой

$$g_+ = \frac{1}{\rho Q_L} + \frac{1}{\rho Q_C} \quad (2)$$

В ходе измерения обеспечивается нулевое значение суммарной проводимости. Это позволяет путем измерения тока питания генератора и последующего вычисления определить полную добротность контура по формуле.

$$Q = \frac{4U_T}{I_\rho} \quad (3)$$

На рисунке 2 показана электрическая схема измерителя, в которой выделены 3 узла: измерения, вычислений и индикации результата, питания.

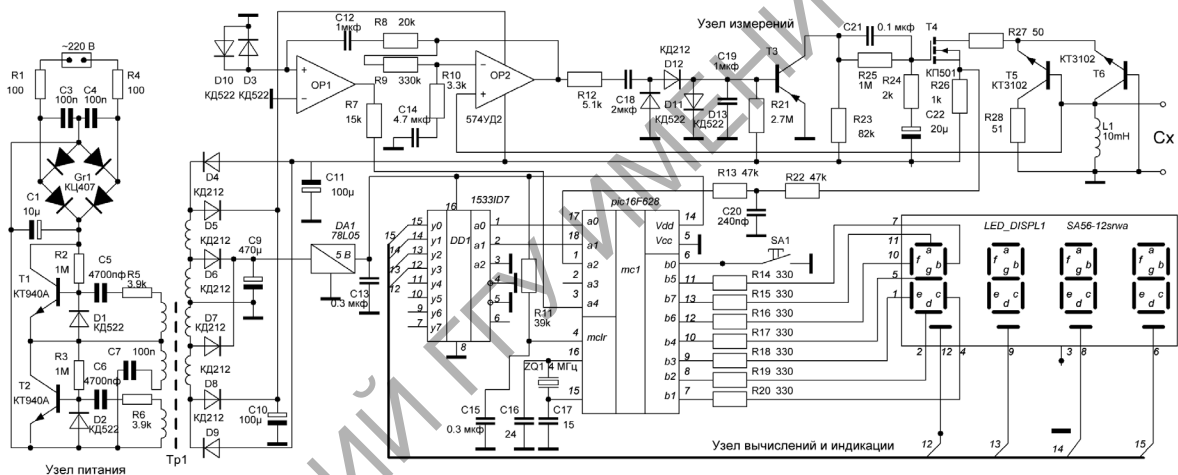


Рисунок 2 – Электрическая схема измерителя

Диапазон емкостей измеряемых конденсаторов 1 – 20000 мкФ. Диапазон измеряемых добротностей колебательного контура – от нескольких единиц до 100. Измеряемый конденсатор подключается к клеммам С_х. Стабилизация амплитуды осуществляется сильной отрицательной обратной связью (ООС) по ней. Петля ООС образована операционным (OP2) и транзисторным (Т3) усилителями. Статический петлевой коэффициент передачи составляет несколько тысяч. Устойчивость и динамические параметры ООС обеспечиваются фильтром R₂₄-R₂₅-C₂₁-C₂₂. Усилитель OP1 преобразует синусоидальные колебания в прямоугольные и передает их в узел вычислений и индикации. Важным элементом измерительного узла является катушка индуктивности L₁. Она изготовлена на замкнутом магнитопроводе

ЧЗ6, М2000НМ и имеет 32 витка медного проводы, диаметром 0,9 мм. Собственная добротность катушки на частоте 1,5 кГц (верхняя граница рабочего диапазона частот) составляет 100, на частоте 12 Гц (нижняя граница рабочего диапазона частот) – около 10. Согласно (1 и 2) для возбуждения автоколебаний при измерении идеального конденсатора емкостью 1 мкФ требуется ток питания двух транзисторной цепочки (Т5–Т6) 10 мкА. При измерении емкости конденсатора 10000 мкФ необходим ток 10 мА.

Если кнопка SA1 не нажата, измерительный узел представляет собой частотомер, а измеренная частота колебаний пересчитывается в величину измеряемой емкости и отображается на индикаторе. Также вычисляются и запоминаются величины характеристического сопротивления контура ρ и добротность индуктивной ветви Q_L .

При нажатой кнопки SA1 микроконтроллер переходит на исполнение второй программы, в ходе которой измеряется напряжение на резисторе R₂₆, по которому вычисляется ток автогенератора – I. Далее по формуле (3) вычисляется добротность колебательного контура – Q и добротность его емкостной ветви $Q_c = \frac{Q Q_L}{Q_L - Q}$. Наконец, вычисляется и выводится на индикацию величина последовательного сопротивления конденсатора

$$r_c = \frac{\rho}{Q_c} \quad (4)$$

Благодаря использованному методу измерений удалось без переключений обеспечить диапазон измерений $C_{\max}/C_{\min} = 10^4$.

Г. Н. Кравчинская

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. М. Березовская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА WEB-САЙТА «ПАРКИ ГОМЕЛЯ»

Разработка web-сайта сегодня считается одним из перспективных направлений деятельности для многих организаций, занятых в сфере высокотехнологичных цифровых и компьютерных технологий. web-сайты обеспечивают работу пользователям с любыми устройствами, на которых есть возможность подключения к Интернету. Пользовате-