

УДК 621.380

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ТАК НАЗЫВАЕМОГО «МОСТА ВИНА»

Л.Г. ЧУБРИКОВ, О.А. КОНЧИЦ

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»,
Республика Беларусь

Уже более тридцати лет из учебника в учебник кочует так называемый «мост Вина», который является RC -цепью, имеющей амплитудно-частотную характеристику $AЧХ$ и фазо-частотную характеристику $ФЧХ$ полосового частотного фильтра $ПЧФ$, но, отнюдь, не характеристики моста. Видимо, когда появились у нас первые сведения о генераторе с мостом Вина, то в связи с различными подходами к анализу работы и расчету RC -генераторов у нас и за рубежом, наши специалисты ошибочно назвали мостом Вина только RC -цепь ($ПЧФ$) в петле положительной обратной связи, не обратив внимания на делитель напряжения $R_2 - R_1$ в петле отрицательной обратной связи, который является частью моста. И с тех пор эта ошибка кочует из учебника в учебник ([1, с. 175], [2, с. 93], [3, с. 166], [4, с. 219], [5, с. 162], [6, с. 165], [7, с. 345], [8, с. 307], [9, с. 327], [10, с. 71]), вызывая путаницу, недоумение и неправильное понимание мостовых схем студентами и, по-видимому, вызывая язвительную усмешку зарубежных читателей.

Известны электрические цепи $R-C$, имеющие $AЧХ$ и $ФЧХ$ фильтра нижних частот $ФНЧ$, и цепи $C-R$, имеющие $AЧХ$ и $ФЧХ$ фильтра верхних частот $ФВЧ$. Соединяя эти фильтры последовательно, т. е. $ФНЧ-ФВЧ$ или $ФВЧ-ФНЧ$, получим RC -цепи, имеющие $AЧХ$ и $ФЧХ$ полосового частотного фильтра $ПЧФ$. На рис. 1 приведены схемы этих RC -цепей и их характеристики. Как видно из графиков на рис. 1, получение $ПЧФ$ таким образом и логично, и наглядно, и доказательно. При этом, (см. рис. 1):

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}, K = \frac{1}{3}, \varphi = 0.$$

Если же в схемах на рис. 1 переставить на выход либо конденсатор C (в $ПЧФ$ $RC-CR$), либо резистор R (в $ПЧФ$ $CR-RC$), то получится пресловутый «мост Вина», показанный на рис. 2. Однако эта «искусственная» нелогичная перестановка C (R) на выход ничего нового не дает. При указанных соотношениях (одинаковые $R-R$ и $C-C$) $AЧХ$ и $ФЧХ$ «моста Вина» и $ПЧФ$ на рис. 1 полностью совпадают, и частота у «моста

Вина» $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$, при которой $K = \frac{1}{3}$, а $\varphi = 0$.

Для подтверждения одинаковости $AЧХ$ и $ФЧХ$ $ПЧФ$ на рис. 1 и рис. 2, были выполнены расчеты и проведены эксперименты для значений $R = 10$ кОм и $C = 0,01$ мкФ. Рассчитанные и экспериментально полученные $AЧХ$ и $ФЧХ$ всех указанных $ПЧФ$ полностью совпали. Результаты расчета и эксперимента приведены на рис. 3 в виде графиков.

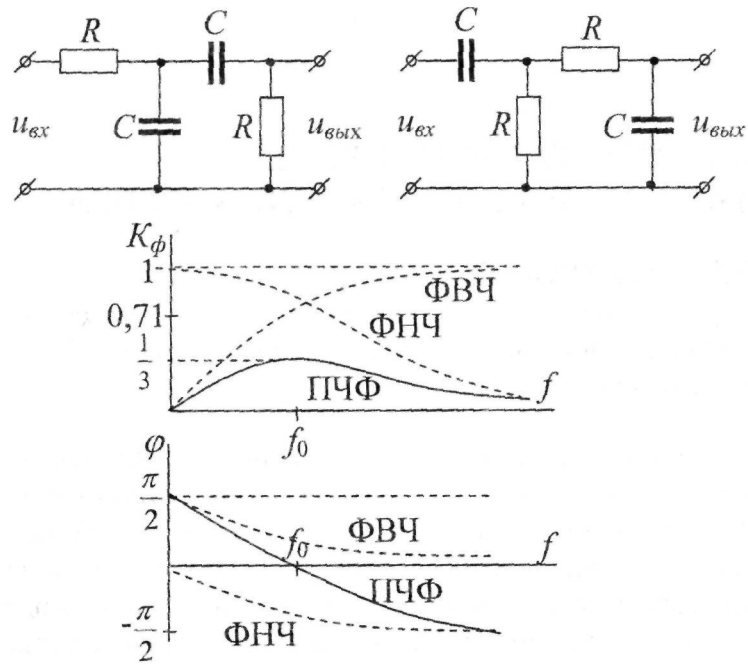


Рис. 1. Схемы и характеристики ПЧФ

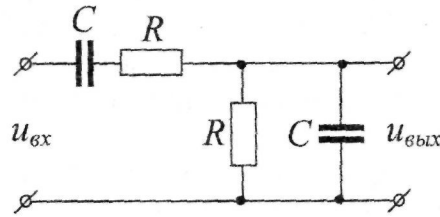


Рис. 2. «Мост Вина»

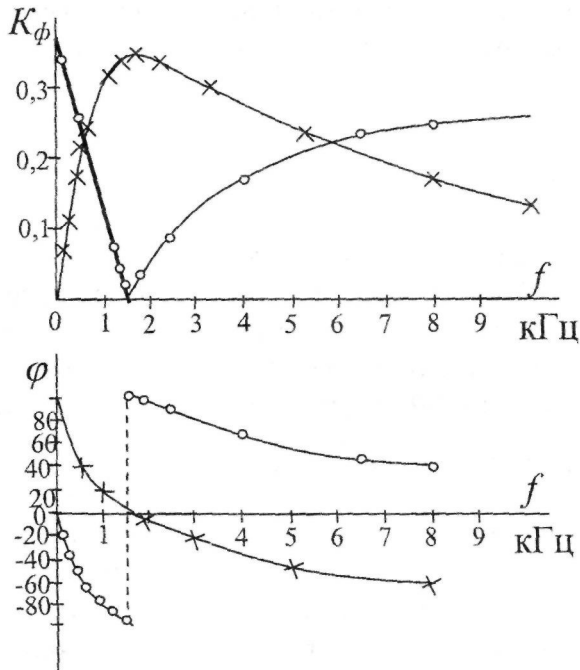


Рис. 3. АЧХ и ФЧХ: × – ПЧФ; ○ – мосты

А для того, чтобы эти ПЧФ на рис. 1 и рис. 2 действительно стали мостами, необходимо к ним добавить делитель напряжения $R_2 - R_1$, а выходное напряжение $U_{\text{вых}}$ снимать относительно средней точки делителя напряжения, как показано на рис. 4. АЧХ и ФЧХ таких мостов полностью совпадают. На рис. 3 пунктирными линиями показаны экспериментально полученные АЧХ и ФЧХ этих мостов для значений $R = 10$ кОм, $C = 0,01$ мкФ, $R_1 = 15$ кОм, $R_2 = 30$ кОм.

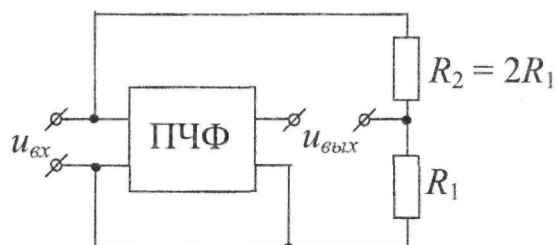


Рис. 4. Схема моста

На основе вышеизложенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Схема так называемого «моста Вина», широко представленная в нашей учебной литературе, не является мостовой схемой. Эта RC-цепь является полосовым частотным фильтром ПЧФ, который не имеет никаких преимуществ перед логически обоснованно получаемыми ПЧФ на основе RC-цепей типа ФНЧ-ФВЧ или ФВЧ-ФНЧ. Следовательно, нет смысла рекламировать какое-то именное «изобретение», не лучшее по сравнению с широко известными цепями ФНЧ-ФВЧ или ФВЧ-ФНЧ.

2. АЧХ и ФЧХ мостов, построенных на основе указанных трех ПЧФ и делителей напряжения $R_2 - R_1$, где $R_2 = 2R_1$, одинаковы. Поэтому, вообще, для синтеза RC-генераторов синусоидальных колебаний каждый из вышеуказанных мостов не имеет преимуществ друг перед другом.

3. Однако в учебных целях предпочтительнее использовать ПЧФ, логически доказательно получаемые путем последовательного соединения ФНЧ и ФВЧ, как показано на рис. 1.

Список литературы

1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник. – М.: Высшая школа, 1982. – 496 с.
2. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника: Учебник. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 320 с.
3. Основы промышленной электроники: Учебник /Под ред. проф. Герасимова В.Г. – М.: Высшая школа, 1986. – 336 с.
4. Каганов И.Л. Промышленная электроника: Учебник. – М.: Высшая школа, 1968. – 560 с.
5. Ефимчик М.К., Шушкевич С.С. Основы радиоэлектроники: Учебник. – Минск: БГУ, 1981. – 286 с.
6. Галкин В.И. Промышленная электроника. – Мн: Вышэйшая школа, 1989. – 336 с.
7. Гершунский Б.С. Основы электроники и микроэлектроники: Учебник. – Киев: Выща школа, 1989. – 426 с.

8. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Учебник. – М.: Высшая школа, 1982. – 496 с.
9. Усс Л.В. и др. Общая электротехника с основами электроники: Учебник. – Мн.: Высшая школа, 1990. – 420 с.
10. Лабораторные работы по основам промышленной электроники /Под ред. проф. Герасимова В.Г. – М.: Высшая школа, 1989. – 176 с.

Получено 26.03.2003 г.