

ПРАКТИКУМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ: СХЕМНЫЙ СИМУЛЯТОР «Microcap 2» ИЛИ «ПАЯЕМ» БЕЗ ПАЯЛЬНИКА

Н.Е.Сухов,
г. Киев

Каждый, кто хоть однажды разрабатывал собственные радиоэлектронные устройства, сталкивался с необходимостью расчета элементов схемы. Хорошо, если схема известна и для нее в той или иной литературе можно отыскать методику расчета, а если Вы придумали нечто новое?

«Корифеи» теоретических основ радиотехники скажут Вам, что для расчета любой схемы достаточно знать только законы Ома и Кирхгофа — и будут совершенно правы, но только теоретически, поскольку для того чтобы научиться правильно применять эти законы в конкретной схеме, надо лет пять-шесть побыть студентом.

«Чистые практики» посоветуют Вам не ломать голову и расскажут микроякостот о том, как надо проектировать: «Если сопротивление маленькое, то ток течет большой, а если сопротивление большое, то ток течет маленький, поэтому... берем резистор сопротивлением 10 кОм и потом подбираем какое надо».

Это, конечно, шутка, и для радиосхем из нескольких элементов существуют методики, позволяющие определить характеристики и требуемые номиналы элементов посредством

методах моделирования и редко имеют навыки и возможность работы на больших ЭВМ. Поэтому до недавнего времени, вместо того, чтобы привлекать для расчета сложной схемы математика, программиста и оператора ЭВМ, предпочтение отдавалось опять-таки макетированию с паяльником в руках. Если в конце концов удавалось заставить схему работать на макете, то это совсем не гарантировало ее работоспособность при повторении или в серийном производстве. Единственное направление, где союз радиоинженера-схемотехника и математика-программиста можно было назвать тесным — это проектирование и производство больших интегральных схем: микросхему не спаяешь, и проектировать приходилось в виде строгих математических моделей, не считаясь с затратами.

Появление и широкое распространение во второй половине 80-х годов персональных ЭВМ — «усилителей интеллекта», ставших доступными каждому инженеру, резко активизировало разработку программ для разных сфер деятельности, в том числе и для радиотехники — «матери» ПЭВМ. На первых порах эти программы были по

сути переводом на язык персонального компьютера узкоспециализированных программ и алгоритмов, разработанных для программируемых калькуляторов [1,2]. Но настоящую революцию в подходе к проектированию произвели универсальные программы анализа электронных схем (их еще называют «схемные симуляторы»), разработанные специально для ПЭВМ. Наиболее известными являются схемный симулятор SPICE, разработанный в университете Беркли (США) и MICROCAP, разработанный фирмой Spectrum Software (США) (не путать с разработчиком популярного компьютера «ZX-Spectrum»!). Не останавливаясь подробно на преимуществах и недостатках каждого из них, отметим только, что MICROCAP появился несколько позже, но, в отличие от SPICE, работает в интерактивном, а не командном режиме, что обеспечивает более удобный интерфейс для пользователя, особенно начинающего.

В цикле статей, первую из которых Вы читаете, будут показаны возможности второй версии схемного симулятора MICROCAP 2, который в дальнейшем для краткости будем называть MC2 (именно такое имя имеет основной исполняемый файл программы), а также кратко описаны его основные меню и команды. Перед началом описания MC2 раскрою небольшой секрет: все опубликованные в журналах «Радио» и «РадиоАматор» после 1989 г. схемные решения автора («УМЗЧ высокой точности», «Регулятор громкости и тембра», «САДП», «Усилитель-корректор с низким уровнем шумов») сначала были отработаны с помощью схемного симулятора, а уже потом реализованы «в железе». Именно поэтому они и обладают практически 100%-й повторяемостью.

Итак, что может рассчитать MC2: в режиме анализа переходных процессов — форму напряжения между двумя любыми узлами или форму тока в любой ветви схемы в функции времени при задаваемой произвольно форме напряжения в каком-либо узле (или до 10 разных узлов) схемы; обеспечивается параллельный вывод на монитор до четырех напряжений или токов в функции времени (почти так же, как на экране четырехканального осциллографа, пример на рис.1); вместо напряжения или тока можно вывести мгновенную мощность или энергию, выделяемую на каком-либо элементе схемы;

в режиме анализа по переменному

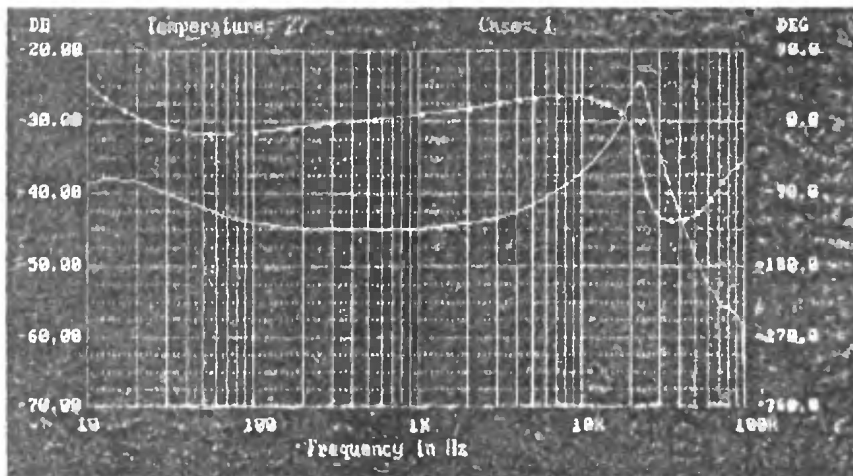


Рис.1

простейших расчетов с применением логарифмической линейки, калькулятора или даже «в уме». Более сложные схемы, насчитывающие десятки и сотни элементов, и особенно схемы с большим числом обратных и перекрестных связей (а большинство современных схем именно такие) уже нельзя рассчитывать на калькуляторе. Радиолюбители при этом довольствуются лишь прикидочными расчетами отдельных каскадов, а все устройство макетируют и паяют в надежде на интуитивную удачу. Для профессионалов решение проблемы строгого расчета даже не очень сложной схемы состоящей, например, из 20 узлов («точек»), означает необходимость решения системы двадцати уравнений с двадцатью неизвестными, что невозможно сделать на калькуляторе и весьма затруднительно даже на больших ЭВМ.

Радиоинженеры — не самые большие специалисты в математических

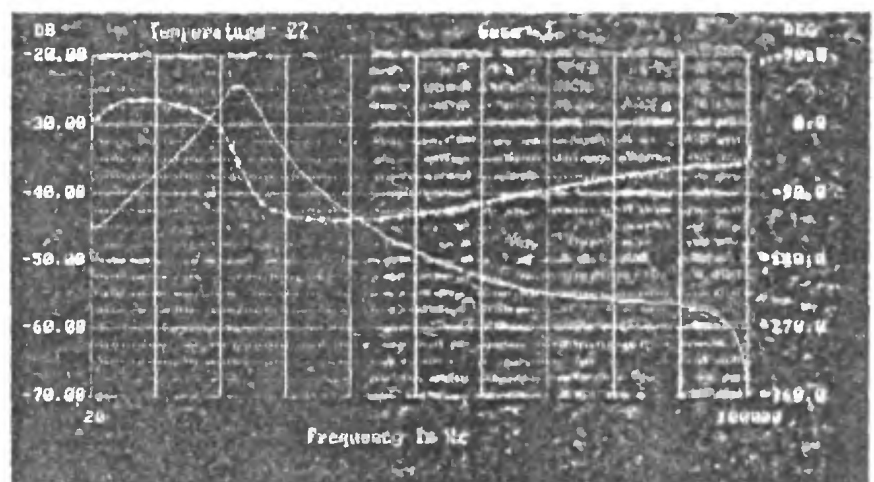


Рис.2