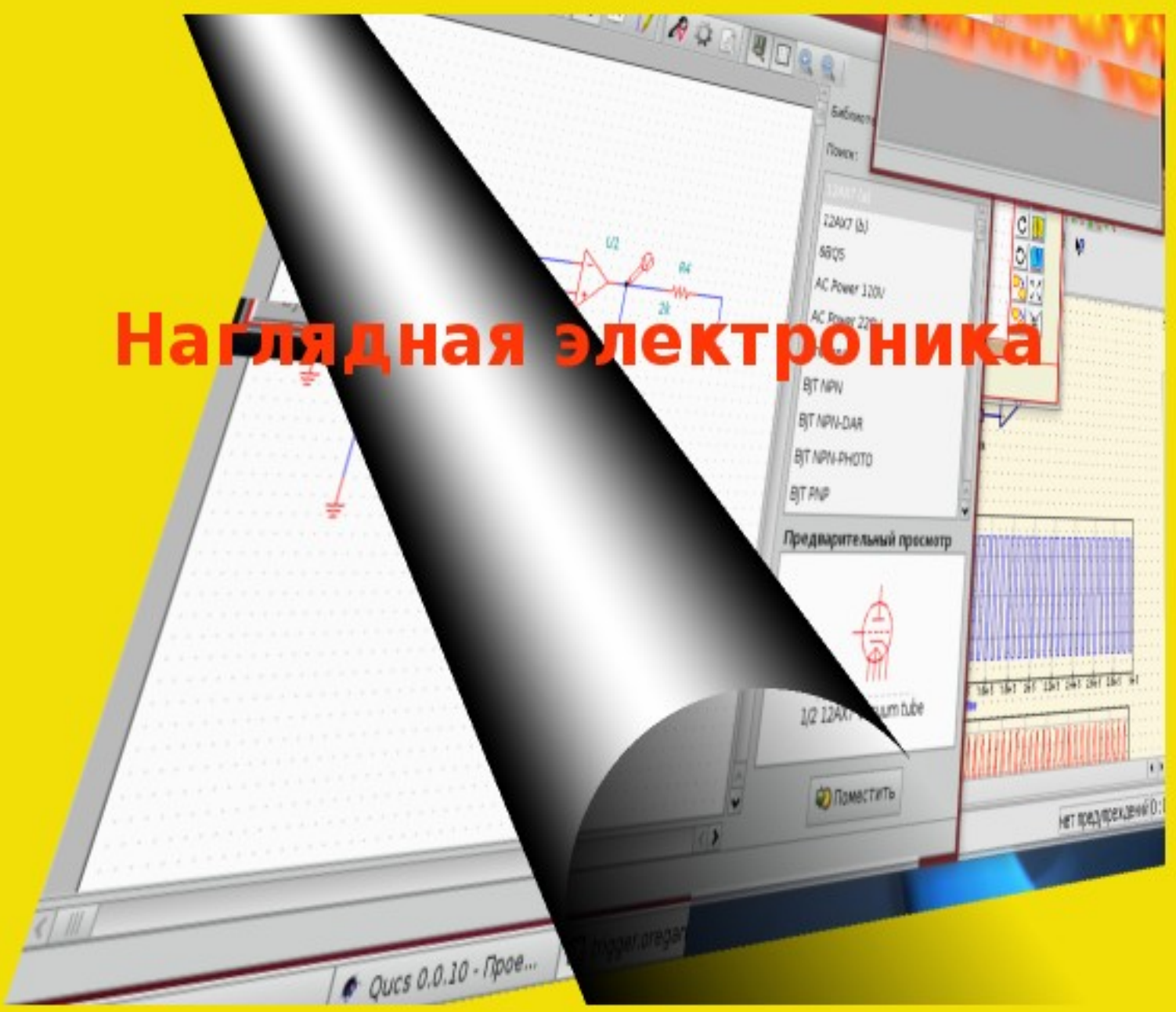
В.Н. Гололобов

Наглядная электроника



Москва 2006-2007

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ.....4

ГЛАВА 1. ОБЗОР.....6

Листая старые журналы.....6

Самые старые из моих журналов.....6

Журнал «Радио» для начинающих.....36

gEDA в Linux.....45

Oregano.....45

Qucs.....49

Гвоздь в Интернете.....50

ГЛАВА 2. ЧТО ДЕЛАТЬ, ЕСЛИ НЕТ ВЫБОРА? XLAB, WINDOWS.....56

ГЛАВА 3. ДЛЯ САМЫХ НАЧИНАЮЩИХ. ПРОЕКТ «НОВЫЙ ГОД».....78

ГЛАВА 4. ЦИФРОВОЙ РЕГУЛЯТОР УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ. MICRO-CAP, WINDOWS.....112

ГЛАВА 5. ЖУЧКИ ДЛЯ ДЖЕЙМСА БОНДА. CIRCUITMAKER, WINDOWS.....142

ГЛАВА 6. А ПОЧЕМ У ВАС HI-END? QUCS, LINUX 161

ГЛАВА 7. РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ПРИЕМНИК. OREGANO, LINUX И ДРУГИЕ.....192

ГЛАВА 8. ДЛЯ СРЕДНЕГО РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОГО ВОЗРАСТА. КОНСТРУИРУЕМ КОМАНДОАППАРАТ УПРАВЛЯЕМОЙ МОДЕЛИ.....220

ГЛАВА 9. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МОДУЛИ, ПРИМЕРЫ И НАРАБОТКИ.....237

ГЛАВА 10. ГОТОВЫЕ СХЕМЫ. БЕЖАТЬ ЛИ СРАЗУ В МАГАЗИН, ХВАТАТЬСЯ ЛИ ЗА ПАЯЛЬНИК? LTSPICE, WINDOWS.....251

ГЛАВА 11. РЕМОНТ. WINDOWS, LINUX 264

ГЛАВА 12. САМООБРАЗОВАНИЕ.....279

ГЛАВА 13. НАРИСУЕМ БЫСТРО И... XCIRCUIT, DIA, XFIG, QCAD, VARICAD. LINUX.....305

ГЛАВА 14. СИМУЛЯТОРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ. NGSPICE, SPICEOPUS…317

ГЛАВА 15. РАЗВОДКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ. KICAD, PCB (GEDA), EAGLE – LINUX. ULTIBOARD, TRAXMAKER – WINDOWS.....332

ГЛАВА 16. «ВАЛЬС ПОД ВОДОПАДОМ» ИЛИ ПРОДОЛЖЕНИЕ ГЛАВЫ 3……369

ПРИЛОЖЕНИЯ.....388

A. gEDA – GPL Electronic Design Automation.....389

B. KiCAD.....416

C. Qucs Work Book (главы).....518

D. KTechlab Handbook.....563

E. SpiceOpus – эмулятор схем.....574

F. Gpsim, Gputils.....607

Предисловие

Если вас интересует электроника, и у вас есть компьютер, то не использовать его при работе над своими проектами, по меньшей мере, неразумно. Но если вы думаете, что компьютер хорош только для посещения тематических форумов или для поиска схем и справочной информации, то это не так. Конечно, советы опытных людей, которые вы получите, общаясь с ними в Интернете, крайне важны, а обилие доступных схем и справочных данных, размещенных как на любительских, так и на профессиональных сайтах, очень помогут вам в работе. Но совет – это хороший ответ на правильно заданный вопрос. А чтобы задать такой вопрос, нужно «почти» знать на него ответ. И в этом смысле ваш компьютер может очень помочь вам. Речь идет о системах автоматизированного проектирования и разработки электроники (или в англоязычном варианте EDA). Многие смотрят на них только, как на атрибуты профессиональной деятельности. Действительно, основное назначение подобных систем – профессиональная работа. По этой причине программы оснащены симуляторами, встроенными или внешними, используют встроенные или внешние программы разводки печатных плат и создания всех необходимых файлов для передачи в производство – фотошаблонов, файлов для сверлильных станков и т.д.

Есть и ещё одна обширная область применения этих программ, весьма важная – обучение. Использование этих программ в целях обучения удобно и практично, как мне кажется, на всех уровнях: от школьного радиокружка до вуза. И, по моему мнению, они сегодня обязательно должны быть в арсенале радиолюбителя, как опытного, так, и особенно, начинающего. Опытному радиолюбителю эти программы позволят сэкономить время, силы, а начинающему радиолюбителю использование подобных программ может принести пользу, сравнимую с чтением книг по предмету. Я ничего не имеет против традиционного подхода для начинающих через повторение схем, взятых из журналов и книг. Но в этом есть две опасности: схема, которую повторил начинающий радиолюбитель, может прекрасно заработать сразу, и схема, которую начинающий собрал, проделав все рекомендации по пайке и наладке, так и не заработала.

В первом случае едва ли радиолюбитель, потративший много сил на сборку схемы, станет экспериментировать с ней. Скорее всего, он закрепит плату в подходящей коробочке, а коробочку закроет, чтобы никогда больше не открывать. Следующая схема, которую он попытается повторить, может привести его ко второму случаю.

И начинающего, который тщательно собирал схему, добросовестно налаживал и проверял в соответствии с описанием, схема, которая так и не заработала, может навести на неверную мысль, что не всем это дано. Он глубоко заблуждается, поскольку причиной, противной, но простой, отсутствия работы схемы могла стать неисправная микросхема, или транзистор, или сама схема слишком сложная для повторения даже профессионалом.

Еще одна причина, по которой начинающий радиолюбитель, по мнению автора, имеет преимущества при использовании программ EDA, кроется в дороговизне приборов. Во всяком случае, для многих начинающих радиолюбителей потратить 10-20 тысяч рублей на осциллограф – несбыточная мечта. А кроме осциллографа нужны и генераторы, и источники питания, и мультиметр и т.д. Компьютер же у многих есть, и, если не гоняться за «самым крутым», то вполне можно обзавестись стареньким, но успешно работающим компьютером. В конечном счете, триединство: чтение книг, работа за компьютером и работа с паяльником, – станет самым эффективным и быстрым путем в электронику.

Не будучи ярым противником операционной системы Windows, я приведу примеры программ EDA для этой платформы, но в основном постараюсь рассказать о программах для Linux. Это объясняется стоимостью, как самой операционной системы, так и программ для нее. Для меня они слишком дороги. Боюсь, что и для многих радиолюбителей тоже.

Операционную систему Linux я впервые купил, влекомый случаем и любопытством (она стоила около 400 рублей), в пакете ASPLinux. Как оказалось, кроме собственно операционной системы я оказался обладателем нескольких программ-серверов, позволяющих организовать небольшой офис, программ офисных приложений, включающих и великолепные текстовые процессоры, и программы презентаций, создания рисунков, большое количество программ для работы с графикой, не уступающих по качеству аналогам, например PhotoShop. С доступом в Интернет можно найти множество свободно распространяемых программ различного назначения. Если для написания книги я скачивал демо-версию программы Multisim, объемом более 150 Мбайт, то многие программы для Linux укладываются в 5-10 Мбайт и меньше. Книга, которую я пишу, обильно разбавляя ее картинками, пишется в редакторе (точнее в текстовом процессоре) OpenOffice.org Writer. При необходимости можно преобразовать всю статью в формат Microsoft Word. Все рисунки выполнены средствами, входящими в дистрибутив. Так что очень советую обратить внимание на дистрибутивы Linux.

Работа за компьютером с программами EDA особенно полезна, с моей точки зрения, для начинающих любителей электроники. Эти программы позволяют лучше, быстрее, и интереснее освоить многое из мира транзисторов-резисторов, чем, скажем, лабораторные стенды, даже собранные своими руками. Я уверен в необходимости физической реализации всего, что создано за компьютером, хотя бы в макетном варианте, из-за возможного неправильного толкования компьютерной реализации. Да и практическая работа с

реальными измерительными приборами весьма полезна не только для начинающих. Однако использование компьютера для полной разработки своего устройства с помощью современных программ не только возможно, но и осуществляется в профессиональной практике. Программы позволяют нарисовать схему, симулировать ее работу, проверить ее в разных условиях, оценить поведение устройства при выходе из строя элементов. Программы осуществляют разводку печатной платы, что полезно, даже если вы не собираетесь делать печатный монтаж. С помощью программ вы можете увидеть плату в трехмерном виде и исправить все недочеты, связанные с конструкцией.

Читая книгу, можно представить себе автора в образе умудренного опытом седовласого учителя. А мне хотелось бы, чтобы вы видели автора молодым оболтусом, который хватается за все подряд, уверенный в своей правоте и всезнании. Это поможет вам критически подойти ко всему ниже написанному, проверяя любые утверждения, любые советы самостоятельно, поскольку нет ничего более ценного, чем собственный опыт.

Глава 1. Обзор

Листая старые журналы

Когда-то, много лет назад, я любил, возвращаясь домой в дни получки, обойти книжные магазины. Я наметил несколько маршрутов, меняя их по настроению, в обычных магазинах заходил в отделы технической литературы, в букинистических художественной. Я никогда не был коллекционером, но путешествия по книжным магазинам мне нравятся и по сей день, хотя теперь я бываю в них крайне редко.

В один из таких походов, раздосадованный тем, что не встретил ничего интересного на прилавках, я купил несколько связок старых номеров журнала «Радио», и по возвращении домой, рассортировав их по номерам, стал просматривать: начало одной, конец другой статьи. Меня не очень волновали проблемы радиолюбительства в стране, да и себя я не относил к радиолюбителям, так что достаточно быстро стал подумывать о зря потраченных деньгах, и что зря я нес поклажу, да и сейчас зря трачу время на чтение журналов. Однако мое пристрастие к самим походам по книжным магазинам, доставлявшим мне изрядное удовольствие, заставило продолжить перелистывание. И в награду я наткнулся на интересную для себя статью из истории развития радио. Затем мое внимание привлекло не совсем обычное схемное решение, а в итоге, я не только пролистал все купленные журналы, но несколько лет после этого выписывал журнал, и в букинистическом магазине специально интересовался подшивками за прошлые годы. Я перестал, в отличие от многих своих знакомых, относиться к радиолюбительской литературе с высокомерным пренебрежением.

Сегодня, по прошествии многих лет, я, хотя и не стал праведным радиолюбителем, но с очевидной искренностью верю, что радиолюбительство, в широком понимании этого, есть большое благо для всех, кто выбрал это увлечение. Задумав написать книгу для радиолюбителей, я поначалу решил рабочий проект организовать по возрастному любительскому стажу, начав с главы, которую назвал бы «Для младших радиолюбителей». И вот что интересно, подумал я, а, сколько лет может быть «младшему радиолюбителю»? Наблюдая, как мой полуторагодовалый сосед с упоением щелкает кнопочками телевизора, когда приходит в гости, я бы сказал, что это вполне подходящий возраст. Но, с другой стороны, знавал я и тех, кому далеко за пятьдесят, но кто однажды решив отремонтировать карманный приемник с оторванным проводком, так и не отстал от этого занятия. Что ж, и пятьдесят, думаю, не менее подходящий возраст для «младшего радиолюбителя». Получается как у классика – любви все возрасты покорны!

Сегодня развитие техники и технологии в области электроники, казалось бы, все дальше отодвигают ее от любительства к профессиональной деятельности. «Чип, карточка, модуль», как единицы рассуждений и размышлений, это не катушка детекторного приемника, намотанная на банке из-под варенья. Да и журналы сегодняшние не чета тем, старым, что рассказывали об удивительном новом приборе – транзисторе. В один из дней, бывают такие, отыскивая свободное место в квартире для размещения чего-то ненужного, но обязательного к хранению, я подумал, что пора бы выбросить все старые журналы. В мусор отправились новомодные некогда дайджесты, следом полетели сборники статей из разных областей, но когда я стал увязывать первую стопку журналов «Радио», по случайности она оказалась той самой, купленной давным-давно, и мне захотелось перелистать их еще раз.

Листая старые журналы, я решил рассказать о них. Не пересказывать статьи или историю журнала, а рассказать о схемах, которые мне, по той или иной причине, показались интересны. Для рассказа об этих схемах я выбрал ряд программ, предназначенных для схемотехнических работ, или позволяющих работать со схемами. Этот ряд определяется в первую очередь тем, что мне удалось отыскать, и далеко, я полагаю, не исчерпывающий ряд.

Самые старые из моих журналов

Самый ранний из сохранившихся у меня журналов оказался №5 за 1956 год. Что же это был за год? Прошло немногим более десяти лет после окончания Великой Отечественной войны, принесшей небывалые разрушения и незабываемое горе нашей стране. Но странно, в преддверие 9 мая в редакционной статье 1956 года говорится о планах полной радиофикации страны к 1960 году, ученые рассказывают об изучении свойств сегнетоэлектриков и полупроводников, а министр связи говорит о внедрении цветного телевидения. Вчера, обедая, я включил телевизор. Рассказывали о войне. Правда, не о той далекой, а о совсем недавней - войне между криминальными группировками за полное владение крупным предприятием. А после начала перестройки прошло лет двадцать. Ничего не понимаю в жизни. Поэтому лучше вернусь к тому, в чем чуть-чуть разбираюсь.

В журнале №8 за 1959 год есть статья Г. Лаврова «Полупроводниковый триод в режиме ключа». Статья, как следует из названия, посвящена различным аспектам и нюансам применения транзисторов в качестве

электронных ключей. Я бы не обратил внимания на статью, если бы она не начиналась с одного простого и ясного примера, который есть определенный смысл рассмотреть вне рамок, собственно, статьи. Для начала я перерисую то, на что обратил внимание:

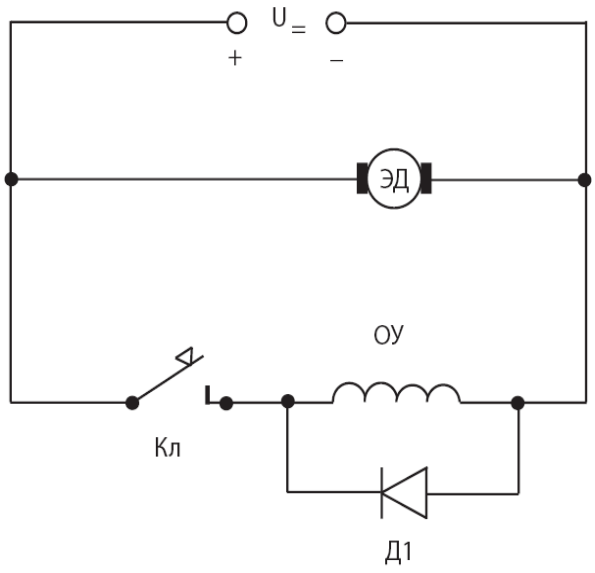


Рис. 1.1. Ключевое управление коллекторным двигателем.

Вот описание, взятое из статьи, которое станет основой первого эксперимента.

«…очень благодатная область применения полупроводниковых приборов – использование их в качестве переключающих элементов в системах автоматического управления с плавным изменением параметров.

Поясним принцип действия такой системы на примере регулирования скорости вращения электродвигателя постоянного тока ЭД с помощью механического ключа Кл, разрывающего цепь питания обмотки управления ОУ двигателя. Будем размыкать и замыкать ключ с определенной частотой. Среднее значение тока, протекающего через обмотку, зависит от соотношения между временем, в течение которого ключ замкнут, и временем, когда он разомкнут».

Вначале определимся с программой для этих экспериментов. Из того, что я нашел, для Linux есть gEDA, Xcircuit, Oregano, KiCAD, Qucs, KTechlab. Ряд программ требуют внешнего симулятора, я остановил свой выбор на SpiceOpus. В Windows есть Multisim, Xlab, CircitMaker, MicroCap и LTspice. Не все программы с одинаковым успехом послужат поставленной цели, насколько я понимаю, но с программами разберемся по ходу дела. Для начала попробуем провести эксперимент в программе для Windows. И начну я с программы, которую знаю лучше других, это Multisim (Electronics Workbench). Программа – очень удобная для начинающих, но очень дорогая. В настоящий момент последнюю версию программы можно загрузить с сайта производителя, и использовать время пробного использования для знакомства с ней.

Итак, чтобы проиллюстрировать сказанное в статье, я предлагаю заменить электродвигатель резистором, а вместо механического ключа сразу взять транзистор. В этом случае схема приобретает следующий вид:

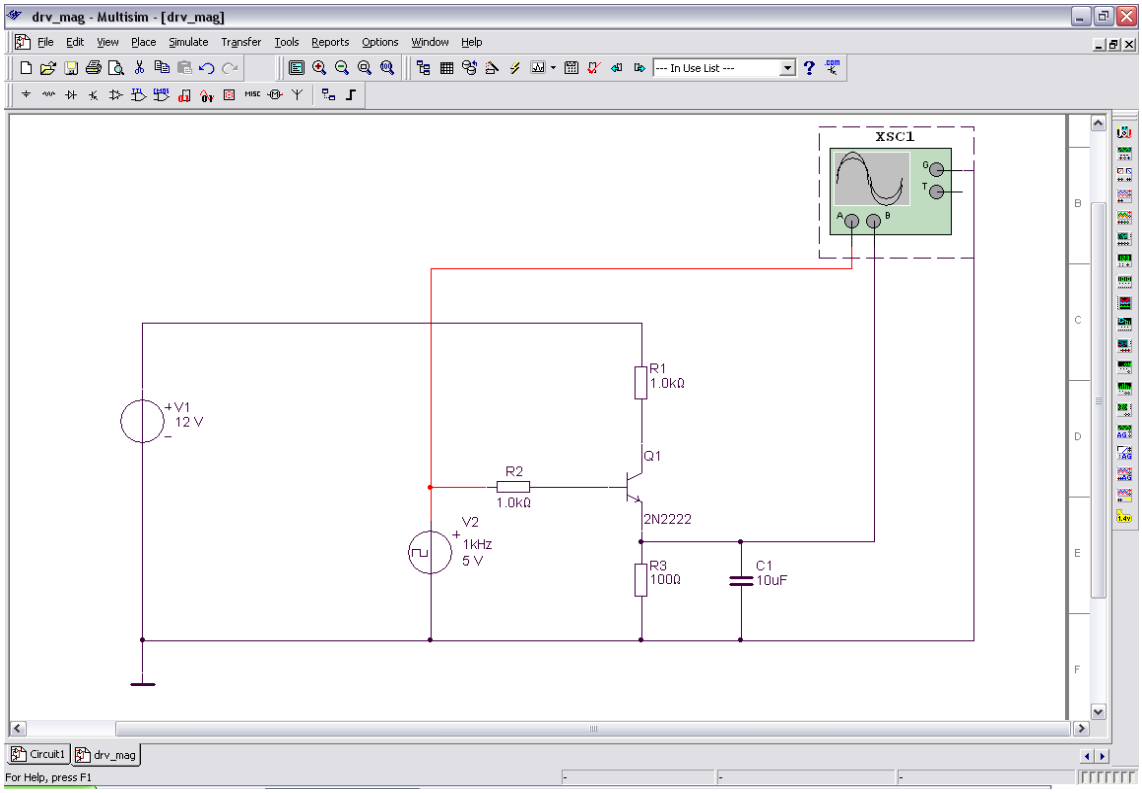


Рис.1.2. Схема для экспериментов с электродвигателем.

Источник питания – V1 12В. Источником управляющих импульсов служит V2, двигатель заменен резистором R1 сопротивлением 1 кОм, для получения графического вида тока, протекающего через двигатель, мы будем просматривать напряжение на резисторе R3, а конденсатор C1 емкостью 10 мкФ послужит эквивалентом реактивной составляющей. Один канал осциллографа подключен к задающему генератору, второй к цепи наблюдения. При соотношении импульсов, когда ключ большее время замкнут, чем разомкнут, осциллограф покажет следующее:

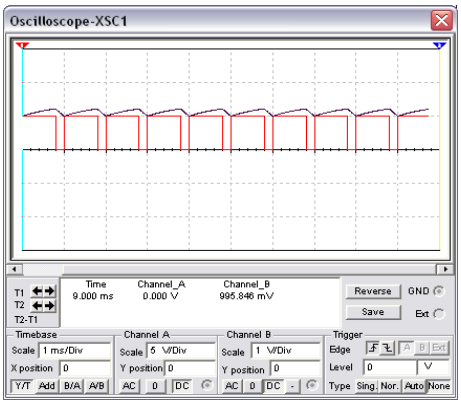


Рис. 1.3. Управление двигателем широкими импульсами

Таким образом, верхняя диаграмма показывает, что среднее напряжение, соответствующее току через двигатель, будет большим. Посмотрим, что произойдет, когда ключ больше времени будет находиться в разомкнутом состоянии, чем в замкнутом:

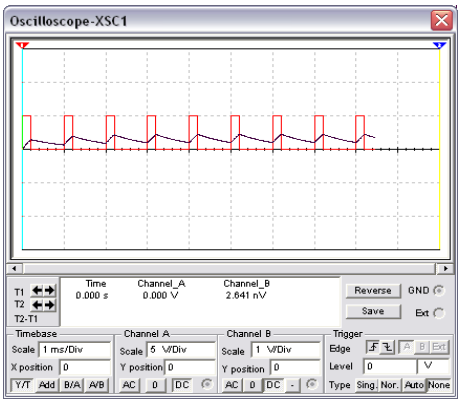


Рис. 1.4. Управление двигателем узкими импульсами

Видно, что ток уменьшается.

Подобный метод управления, с помощью широтно-импульсной модуляции, не утратил своей актуальности по сегодняшний день. Аналогичным образом, хотя и несколько иначе, управляются сегодня семисторы в устройствах плавной регулировки яркости светильников. При этом импульсный сигнал подается на управляющий электрод, а частота повторения импульсов синхронизируется с сетевым напряжением. Правда, есть еще один способ регулировки – пропуск полуволн сетевого напряжения. Этот метод может лучше работать со светильниками, имеющими низковольтные галогенные лампы и понижающий трансформатор. Первый метод управления приводит к тому, что трансформатор начинает шуметь.

Широтно-импульсную модуляцию можно применить для управления температурой нагрева, если ее нужно поддерживать постоянной. Можно просто включать нагреватель и выключать при достижении заданной температуры, но при этом из-за большой инерционности тепловых процессов девиация температуры может оказаться выше, чем в случае широтно-импульсного управления.

И еще один пример, когда использовать среднее значение последовательности импульсов оказалось полезным, припомнился мне в связи с проблемами использования шкал самодельных приборов. Не всегда получалось нарисовать достаточно красивую шкалу и приспособить ее на прибор. Случилось, что мне понадобился генератор, обосновать необходимость которого для текущей работы не получалось. Я решил, что проще собрать его, потратив час-другой, чем это время тратить на изобретение обоснования, тем более, что заявку, если и удовлетворят, то произойдет это не раньше, чем через несколько месяцев. Собрать подходящий генератор на куске макетной платы заняло не более часа, немного времени заняло и подобрать подходящую коробку, чтобы его разместить, но рисовать шкалу… я отказался от этой мысли. С другой стороны и без шкалы использовать генератор было неудобно. И тогда я подумал, что могу приспособить вольтметр для измерения среднего значения напряжения, который могу использовать вместо шкалы. Как это будет выглядеть, я сейчас постараюсь объяснить с помощью программы Multisim, попутно немного рассказав, как ею пользоваться.

Итак, запускаем программу и заказываем новый файл стандартными средствами Windows (т.е. меню **File** и подменю **New** в основном меню программы). Для начала мне понадобится генератор (в качестве базы я использовал тогда генератор прямоугольных импульсов). В программе Multisim источники разного рода напряжений можно найти либо в основном меню в подменю **Component**.. меню **Place**, либо на панели инструментов – крайняя слева кнопка со значком заземления. В любом случае открывается диалоговое окно:

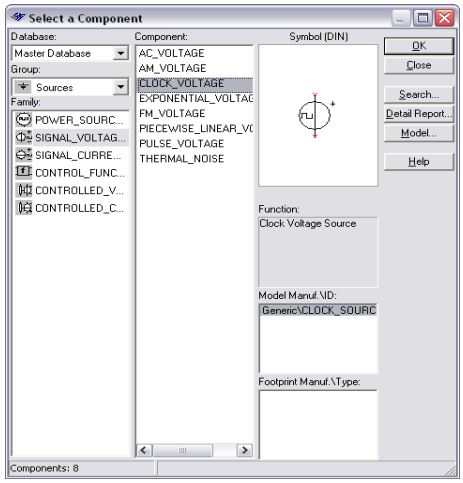


Рис. 1.5. Диалоговое окно компонент в меню программы Multisim

Используя раздел основной базы данных **Sources (Источники)**, я выбираю в левой части окна из предложенного списка **SIGNAL_VOLTAGE** нужный мне вариант – **CLOCK_VOLTAGE**. Нажимаю клавишу **ОК** и, перемещая курсор с привязанной к нему иконкой тактового генератора в нужное мне место, нажимаю левую клавишу мышки, чтобы зафиксировать размещение. Затем повторяю всю процедуру еще раз, но теперь обращаюсь к **POWER_SOURCES**, откуда беру символ заземления, обозначенный как **GROUND**. Почему я использую тактовый генератор? Это один из вариантов, вы можете попробовать использовать в этом эксперименте **PULSE_VOLTAGE** или **Function Generator** из предлагаемых инструментов на инструментальной панели справа.

Мне сейчас понадобятся резисторы и конденсатор, которые я найду в диалоговом окне, открывающемся при нажатии второй клавиши слева на инструментальной панели под основным меню, клавиши с изображением резистора. При этом открывается то же окно диалога, но с поддиалогом **Basic**, в который можно было попасть и в предыдущем случае, заменив источники в окошке, где на рис. 1.5 написано **Sources** на Basic, и выбирая **RESISTOR**:

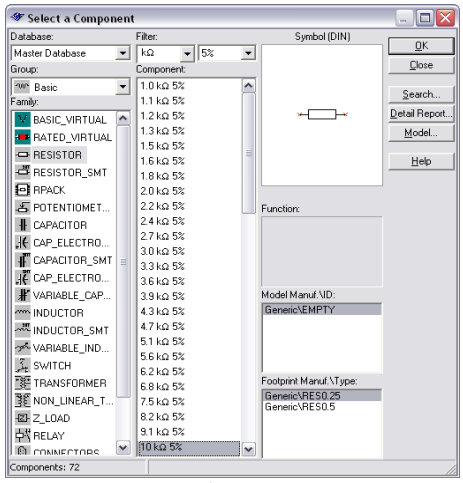


Рис. 1.6. Диалоговое окно выбора резисторов в программе Multisim

Как вы видите, резисторы даже имеют значение класса точности – 5%. Конденсаторы в диалоговом окне располагаются чуть ниже, обозначенные как **CAPACITOR**. Провести соединения достаточно просто – при перемещении курсора к открытому концу элемента схемы, резистора или конденсатора, или выводу прибора, он меняет вид. Теперь вы нажимаете левую клавишу мышки, можете ее отпустить, и проводите провод к нужному месту (это может быть и провод, соединяющий два элемента схемы), где повторно нажимаете клавишу мышки. При попадании в место соединения курсор меняет цвет, внутри кружка, в который он превратился в начале прокладки провода, зажигается зеленый индикатор. После того, как я добавляю осциллограф с правой панели инструментов, и провожу все соединения, схема приобретает вид:

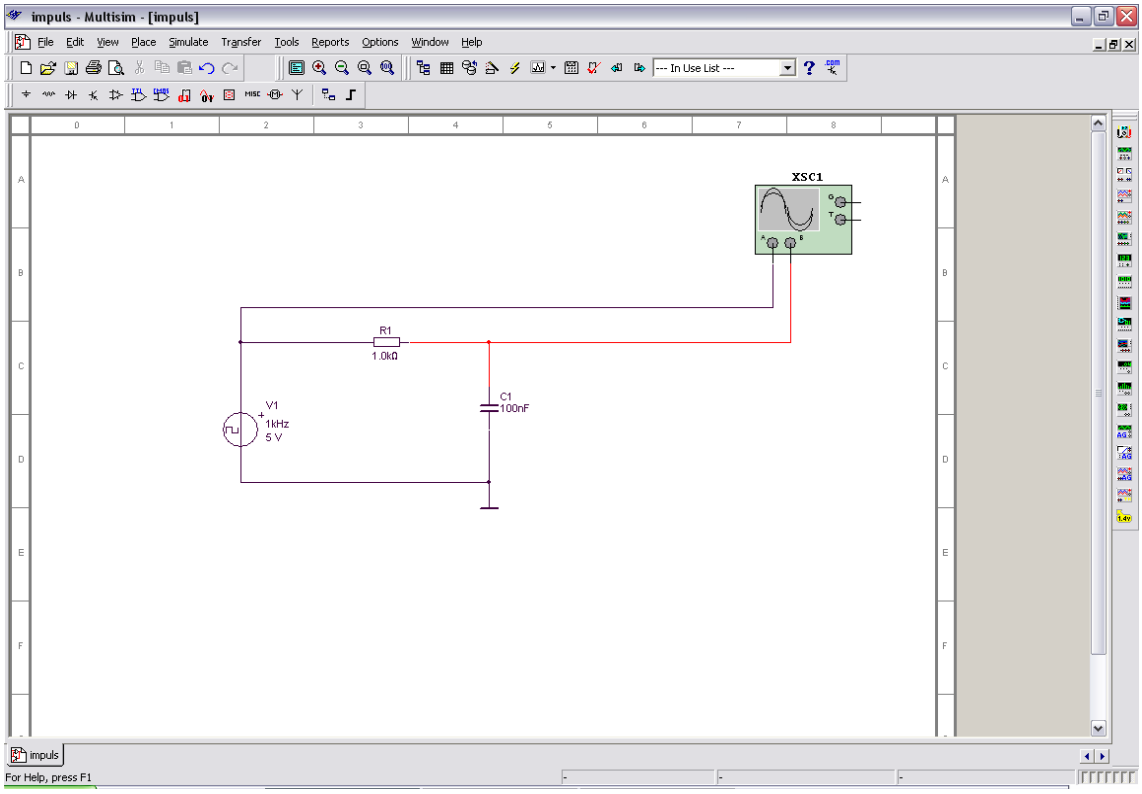


Рис. 1.7. Первоначальная схема следующего эксперимента

В данный момент на экране осциллографа XSC1 я наблюдаю следующую картину:

Рис. 1.8. Импульсы тактового генератора на емкости

Прямоугольные импульсы – это импульсы тактового генератора, и теперь проще понять, почему я использовал тактовый генератор. В низком состоянии выхода генератора напряжение равно нулю, в высоком 5 вольт, то есть, импульсы однополярные, что и позволяет получить среднее значение напряжения не равное нулю. При значении резистора 1 кОм и значении емкости 100 нФ мне приходится изменить частоту с 1 кГц (значение по умолчанию) на 10 кГц. Это выполняется двойным щелчком мышки по иконке генератора, где значение меняется в окошке открывающегося диалогового окна. После нажатия на клавишу **OK**, все и получается «OK».

Сегодня, скажу честно, я уже не помню, каким образом я получил возможность измерять частоту с помощью вольтметра. Если я сейчас подключу вольтметр, его можно найти, нажав на инструментальной панели под основным меню клавишу с изображением семисегментного индикатора, и выбрав из списка слева **VOLTMETER**. Кстати, есть возможность выбрать четыре варианта для удобства подключения – два варианта полярности выводов при горизонтальном расположении выводов, и два варианта при вертикальном расположении выводов. Так вот, если сейчас я подключу вольтметр и измерю напряжение на

конденсаторе при двух значениях частоты генератора, положим, 1 кГц и 10 кГц, я получу одно и то же значение напряжения.

Поэтому, возвращаясь к началу разговора, я хочу преобразовать импульсы до подачи их на конденсатор. А именно, я сделаю импульсы фиксированной длительности. Есть разные способы добиться этого, например, с помощью таймера 555 (для этого он и предназначен), либо с помощью цифровых одностабильных генераторов, либо построив укоротитель импульсов на цифровых вентилях, либо как-то еще.

Первая попытка проверить работу схемы с микросхемой серии 555 не увенчалась успехом. Программа показывает, что симуляция идет, но осциллограф не показывает ни исходного, ни полученного сигнала. Попробую чуть позже вернуться к этому, чтобы понять, не прав ли я в настройках, или не права программа в работе, а сейчас использую схему одновибратора, построенного на логических элементах И-НЕ:

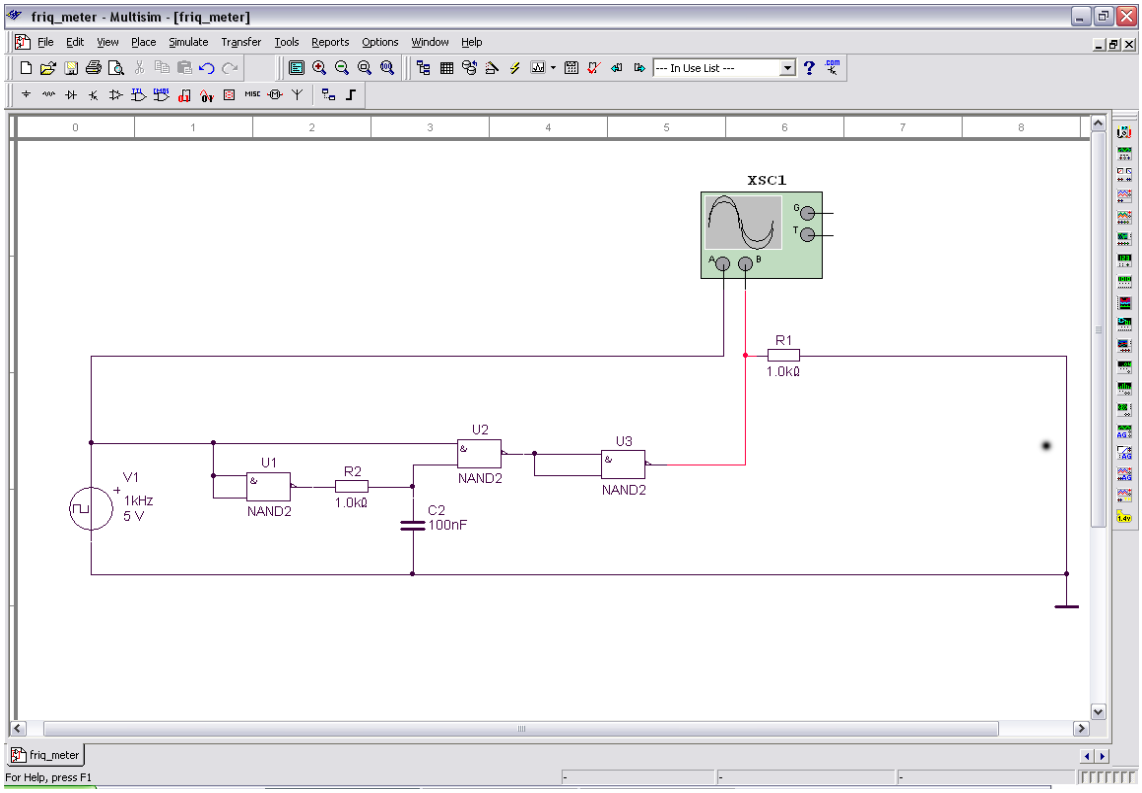


Рис. 1.9. Схема получения импульсов постоянной длительности

Если импульсы имеют постоянную длительность, то изменение частоты, по моему мнению, должно приводить к ситуации, схожей с предыдущей, где мы рассматривали широтно-импульсную модуляцию. Посмотрим, так ли это? Вот как выглядят сигналы при частоте 1 кГц:

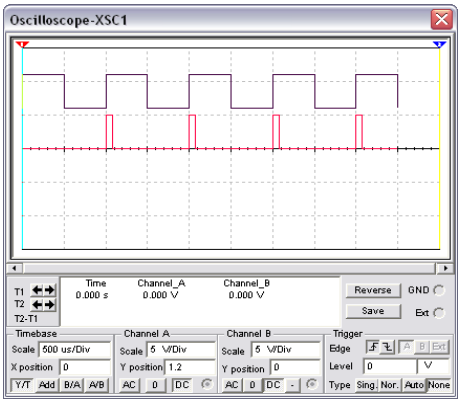


Рис. 1.10. Вид импульсов при частоте 1 кГц

Те импульсы, что ниже, это импульсы, подлежащие измерению. Верхний ряд отображает исходные

импульсы. А вот, что происходит с изменением частоты:

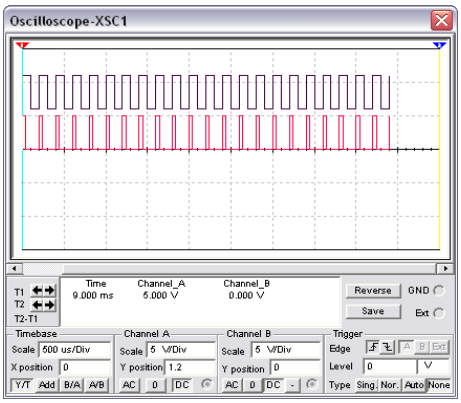


Рис. 1.11. Вид импульсов при частоте 5 кГц

Есть надежда, что идея будет работать, Осталось добавить цепочку считывания средних значений, как на рисунке 1.7.

Схема приобретает следующий вид (я сразу добавлю вольтметр):

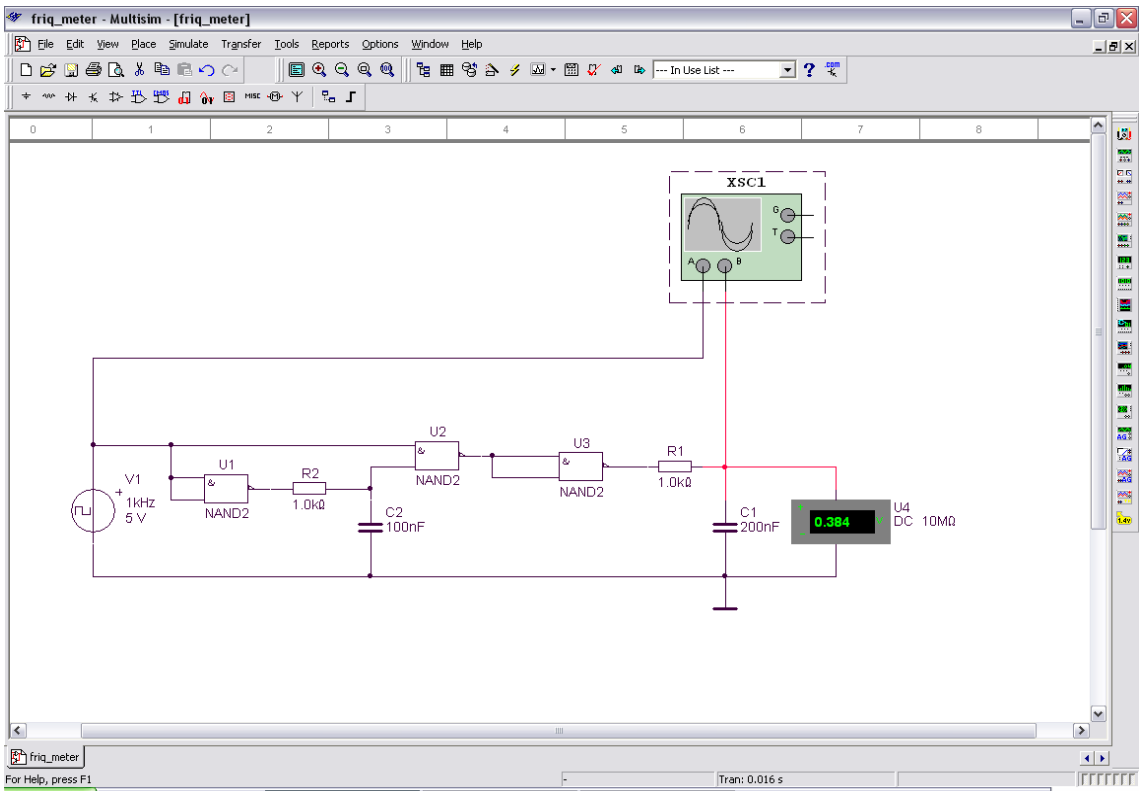


Рис. 1.12. Измерение среднего значения напряжения

При частоте 1 кГц вольтметр показывает 0.38 В, а сигнал имеет вид:

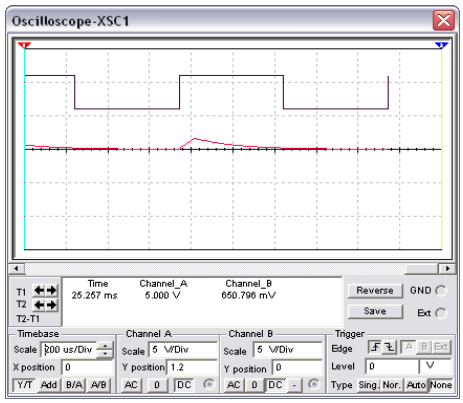


Рис. 1.13. Вид измеряемого сигнала на частоте 1 кГц

Если изменить частоту сигнала, увеличив ее до 20 кГц, то вольтметр покажет:

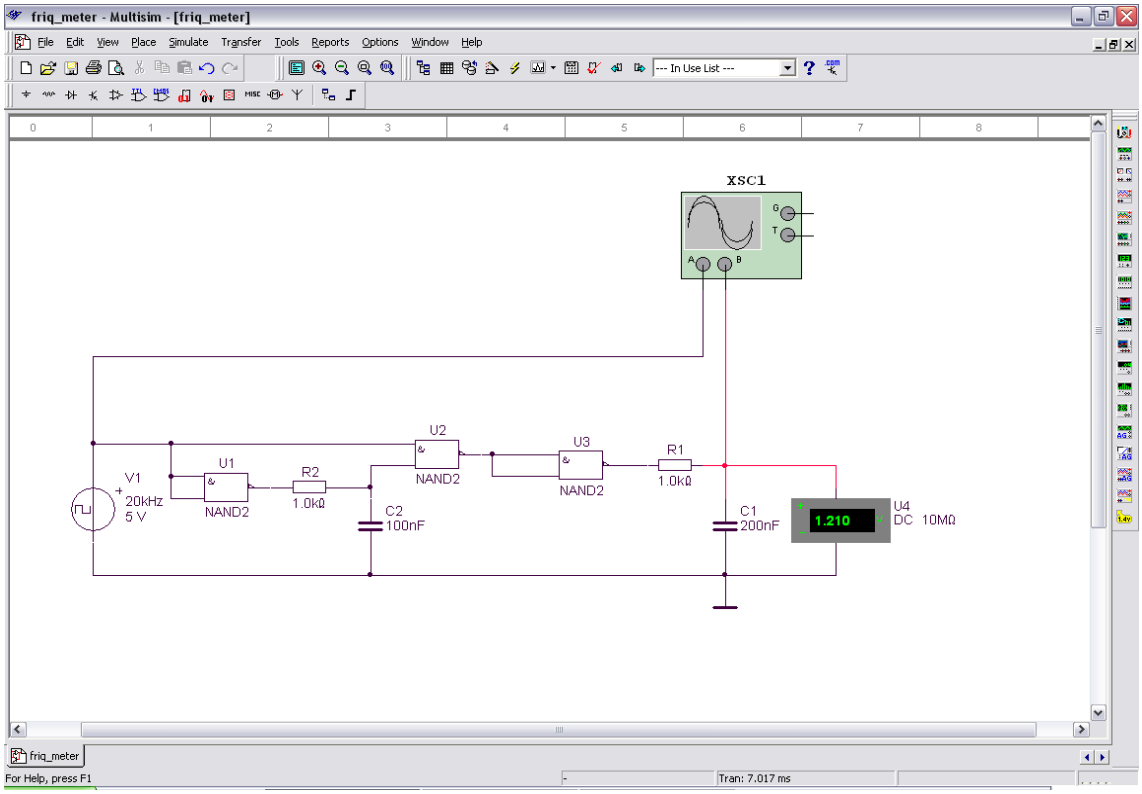


Рис. 1.14. Показания вольтметра на частоте 20 кГц

Показания вольтметра увеличились до 1,2 В. Я думаю, что использовал такое или похожее решение. К подобной схеме я позже возвращался, когда занимался аналоговым электронным регулятором угла опережения для автомобиля. Я использовал схему для получения регистрации числа оборотов двигателя. Позже аналоговая схема мне не понравилась, и я разрабатывал цифровую схему. Это было очень давно, так что я не помню схему, но к этому, возможно, вернусь позже, поскольку, если я ничего не путаю, был один интересный момент, о котором я хотел бы рассказать. Но позже. А сейчас попробуем разобраться, почему не заработал таймер LM555 в программе Multisim.

Таймер можно найти либо в меню компонент в разделе **Mixed** (подменю **Component…** меню **Place** в основном меню), либо воспользоваться инструментальной панелью, где диалоговое окно вызывается иконкой с нарисованной на ней синусоидой и цифрами 01. Проверка показывает, что и следовало ожидать, нужно было правильно настроить схему:

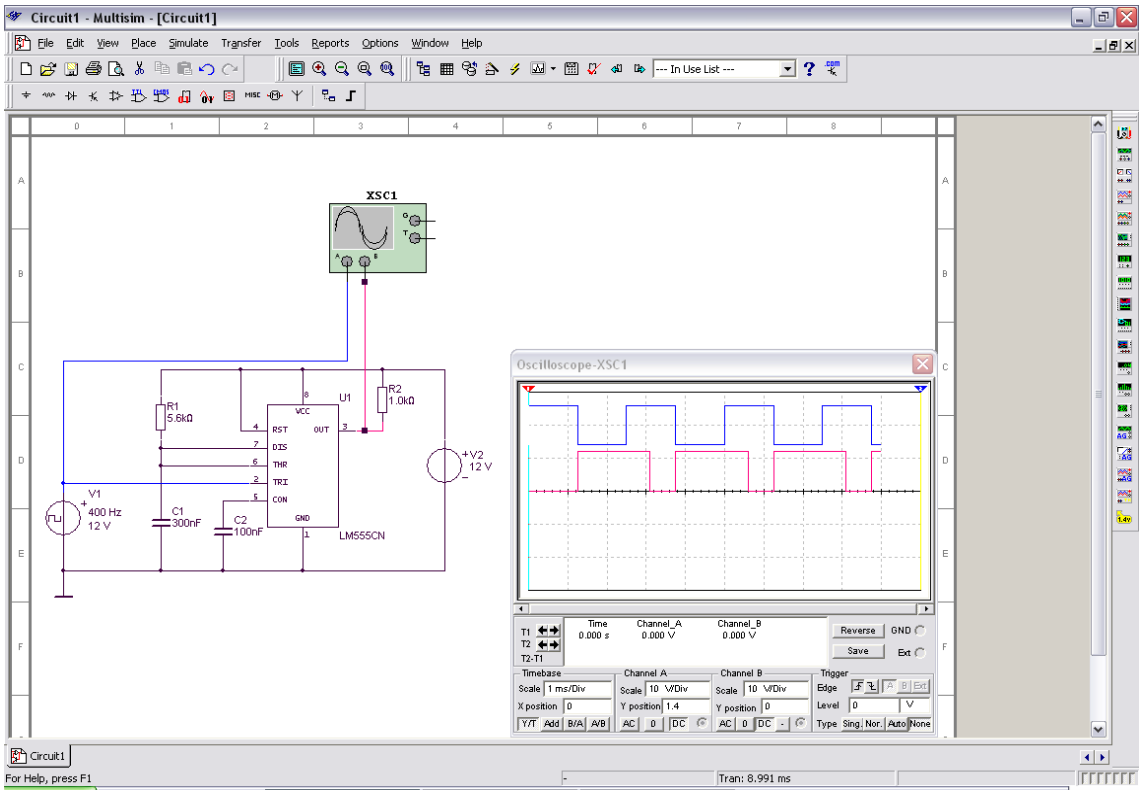


Рис. 1.15. Схема таймера 555 в программе Multisim

Однако продолжим путешествие по журналам.

Очень полезным, с моей точки зрения, было то, что журналы помещали номограммы для радиотехнических расчетов. Можно выполнить расчеты вручную, это так, но гораздо удобнее пользоваться номограммами. Например, в том же майском журнале есть «Графический расчет усилителей ВЧ» (ламповых).

Сегодня можно для этих же целей использовать либо множество программ, существующих и для Windows, и для Linux, либо использовать электронные таблицы, расчеты в которых придется создать самому, но сделать их удобными для себя. В Windows в офисном пакете это Exel, а в Linux в каждом современном дистрибутиве – это несколько программ, входящих в офисный пакет OpenOffice, в пакет программ KOffice, и электронная таблица для среды Gnome.

Но прежде, чем накапливать программы расчета, следует решить, а не достаточно ли программ EDA, если они позволяют достаточно легко и просто настроить схему, не прибегая к сложным расчетам.

Перебирая журналы за 60е годы, я встретил много интересного, но отобрал только несколько простых схем, чтобы опробовать их в программах.

Первая схема взята из журнала №2 за 1965 год. Автор статьи В. Басс из Новосибирска описывает «Широкодиапазонный генератор частоты». Схема генератора выглядит следующим образом:

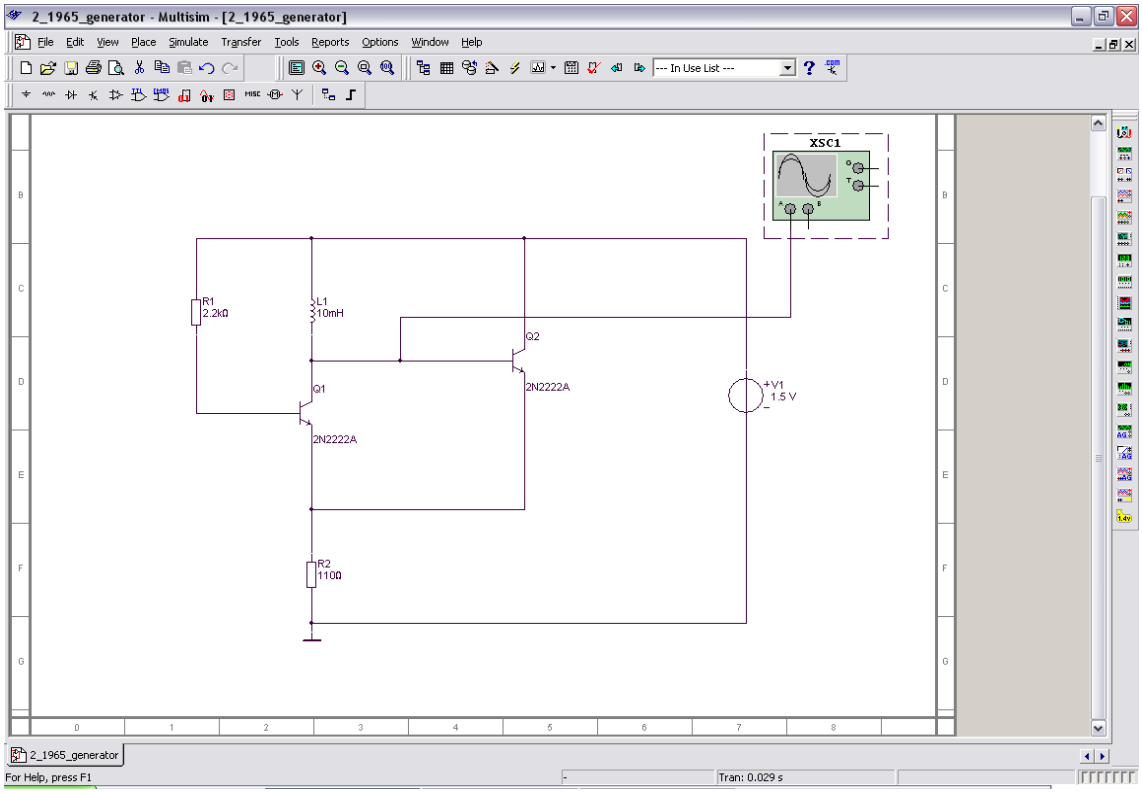


Рис. 1.16 Широкодиапазонный генератор частоты

Индуктивность L1 может быть индуктивностью наушников. Автор предлагает, например, ТМ-2А с сопротивлением 60 Ом, при этом частота генератора должна быть 1200 Гц, а форма сигнала (это работа программы Multisim, а не рисунок из журнала):

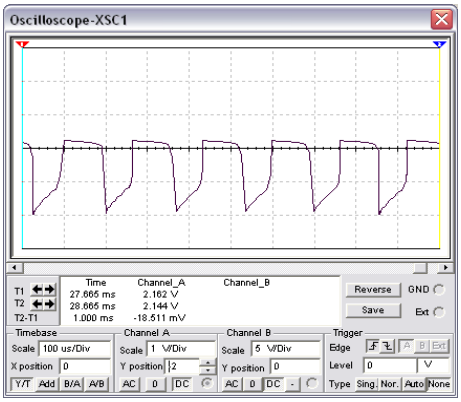


Рис. 1.17. Форма сигнала широкодиапазонного генератора частоты

Если вы посмотрите журнал на странице 37, то увидите картинку очень похожую на эту. Что я могу сказать – если о схеме, то даже по прошествии 40 лет с момента публикации журнала простота схемы завораживает, полезность несомненная. Мне много раз приходилось сталкиваться с проблемой получения генератора, когда на его создание хочется потратить не более 10-15 минут. Это одно из таких решений. Но что я хотел сказать в действительности, так это то, как хорошо справилась с задачей программа Multisim!

Посмотрим, так ли удачно у меня получится с другими программами. Следующей будет программа CircuitMaker. Она существенно дешевле в полномасштабной версии, чем аналогичная версия предыдущей программы, но остается достаточно дорогостоящей. Посмотрим, насколько легко я получу похожий результат (если получу).

После запуска программы открывается привычное для пользователей Windows окно с основным меню в верхней части, с инструментальной панелью чуть ниже и с окном проекта (и компонент) слева. Не мудрствуя лукаво, я выбираю из меню компонент транзисторы в разделе **Trnsistors**, который раскрывается при нажатии значка «+» левее названия раздела:

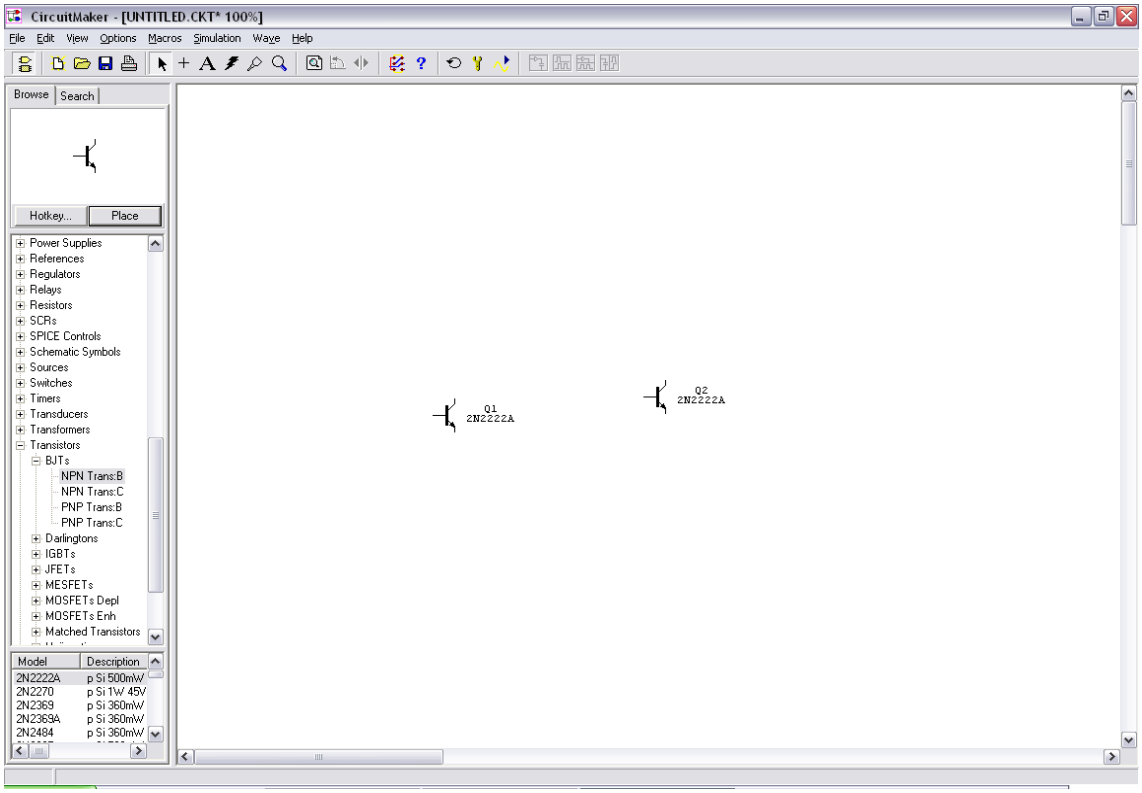


Рис. 1.18. Выбор транзисторов в программе CircuitMaker

Непосредственно модель транзистора можно выбрать в нижнем окне обозревателя, а помещается в нужное место он после нажатия на клавишу Place, когда его иконка появляется рядом с курсором в рабочем пространстве, а окончательно нажатием на левую клавишу мышки. Аналогично разместим остальные элементы схемы, как на рисунке 1.16. Если после установки элемента потребуется его передвинуть, то достаточно его выделить щелчком левой клавиши мышки, нажать на левую клавишу мышки и «перетащить его, подцепив мышкой»:

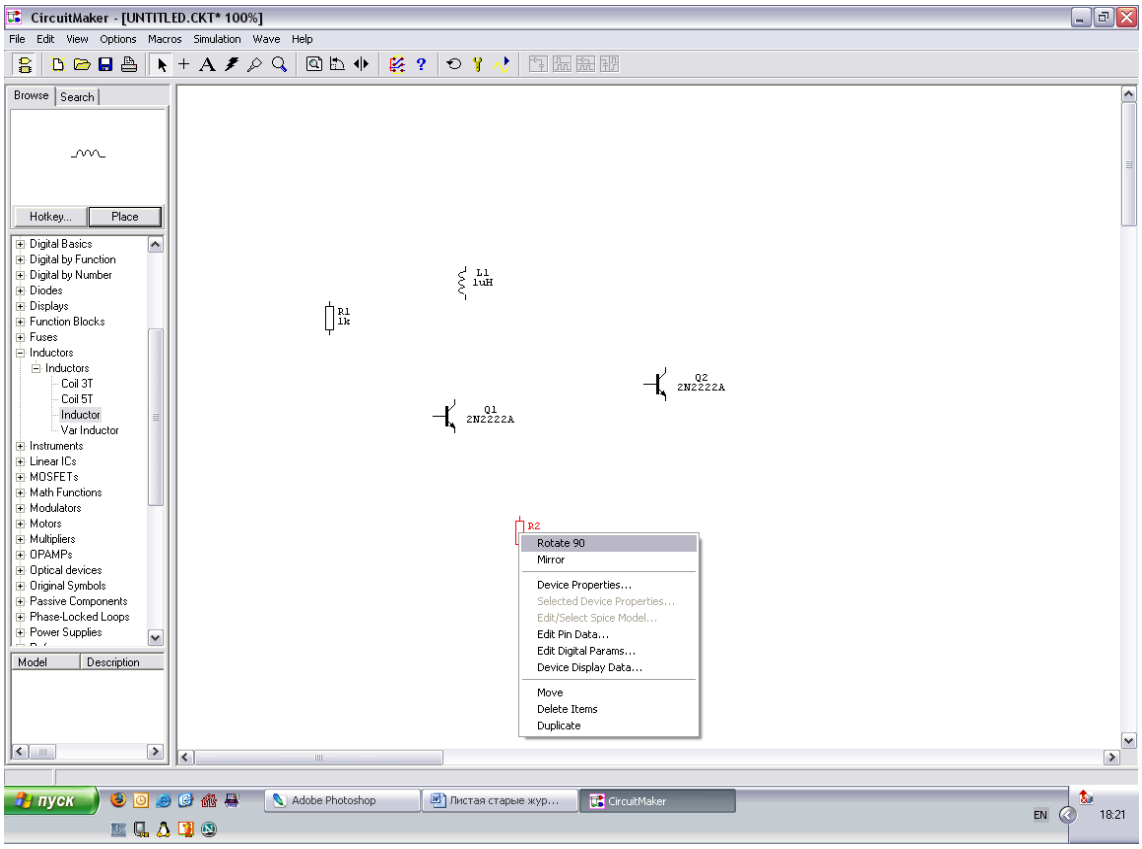


Рис. 1.19. Размещение элементов схемы в программе CircuitMaker

Элементы могут появляться с неудобной ориентацией. Чтобы их развернуть, достаточно выделить элемент, и щелкнуть по нему правой клавишей мышки. В появившемся меню есть раздел **Rotate 90**, щелчок по которому поворачивает компонент схемы на 90 градусов. На рисунке 1.19 выделен этот пункт меню. А обозреватель, слева, показывает, где я отыскивал индуктивность L1. Теперь я постараюсь изменить номиналы резисторов и индуктивности, чтобы привести их в соответствие с предыдущей схемой. Для этого я двойным щелчком по каждому из этих компонент открываю окно диалога свойств компонента, где в поле **Label-Value** задаю нужные значения и нажимаю клавишу **OK**. Добавляя батарейку в качестве элемента питания и землю, на всякий случай (которые я пока беру из раздела **General**, раскрывая меню **Sources)**, я готов приступить к соединению всех элементов схемы. Для этой процедуры на инструментальной панели ниже основного меню программы выбирем значок «+». После этого курсор меняет свой вид, позволяя начать провод от вывода элемента схемы, который приобретает вид квадратика при наведении на него курсора, простым щелчком левой клавиши мышки. Появляются направляющие, что очень удобно, и схема легко соединяется:

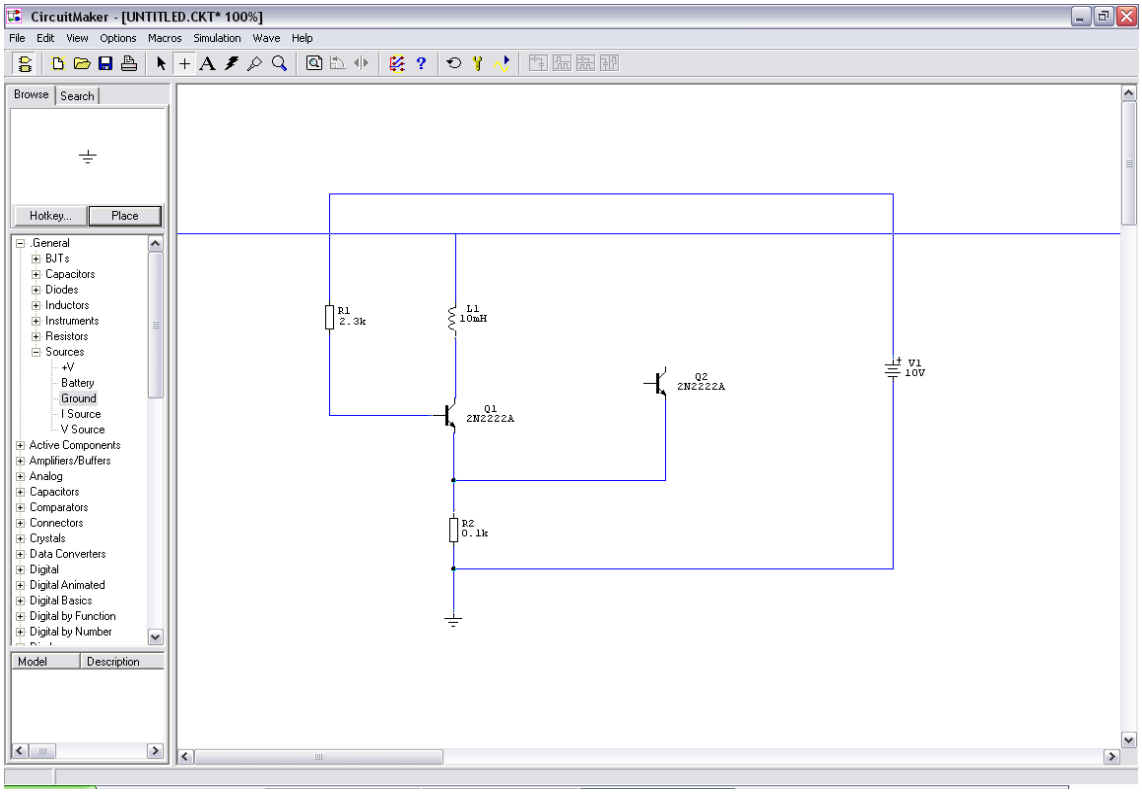


Рис. 1.20. Соединение элементов схемы в программе CircuitMaker

Попробую наудачу использовать **Probe Tool** (пробник), инструмент, который я нахожу на инструментальной панели чуть левее увеличительного стекла, которое, как я думаю, служит для изменения масштаба обозрения схемы (zoom). На схеме появляется символ «А» в рамке, но попытка запустить симуляцию схемы не увенчивается успехом. Придется обратиться к руководству. Читаем:

«Analog Mode is the accurate, "real-world" simulation mode you can use for analog, digital and mixed-signal circuits».

Переведу эту фразу и пояснения дальше, пока не пойму, как оживить симуляцию. Итак:

*«**Analog Mode** – это точный, «реалистичный» режим симуляции, который вы можете использовать для аналоговых, цифровых и смешанных цепей. Этот режим даст результат, схожий с тем, что вы получите на реальной макетной плате. В режиме **Analog Mode** устройства работают наподобие элементов реального мира, а каждая индивидуальная функция модели, как дубль реального элемента. Например, цифровая интегральная схема имеет точно подобранные временные задержки, установки и время удержания, и т.д. Выходы устройств отслеживают эффект их нагрузки, и почти все параметры реальных устройств берутся в расчет.*

*Мир аналоговый – это классический мир электроники. В отличие от цифровой электроники здесь нет ограничений логических состояний, уровень напряжения любого данного узла цепи не ограничен сверху или снизу. Аналоговая симуляция, следовательно, более комплексная. Режим аналоговой и смешанной симуляции в CircuitMaker использует улучшенную версию Berkeley Spice3f5/Xspice, позволяющую вам верно воспроизводить любую комбинацию аналоговых и цифровых устройств без ручной вставки цифро-аналоговых или аналогово-цифровых конвертеров. Эта **mixed-signal** (смешанные сигналы) или **mixed-mode** (смешанный режим) симуляция возможна постольку, поскольку CircuitMaker включает точные, событийно-управляемые поведенческие модели для своих цифровых компонент, включая TTL и CMOS цифровые устройства.*

В аналоговом режиме есть также широкое разнообразие анализаторов, которые могут использоваться в этом режиме для проверки и анализа разных аспектов вашей разработки.

*Чтобы выполнить аналоговую симуляцию, вы должны удостовериться, что есть Spice информация для каждого устройства в схеме. Только те устройства, что в списке аналоговых или аналогово-цифровых в библиотеке устройств **(Device Library book)** имеют Spice данные, ассоциированные с ними. Вы можете использовать и другие устройства в схеме, коль скоро сможете предоставить необходимую Spice информацию для этих устройств.*

*Флажок в диалоговом окне свойств устройства **(Device Properties)** показывает, будет, или нет, оно функционировать в режиме аналоговой симуляции (означающее наличие данных симуляции Spice для*

устройства). Если аналоговый флажок не установлен, и вы используете устройство в аналоговой симуляции, появится предупреждение, а это устройство игнорируется, оставляя открытую цепь в месте расположения устройства.

Вы задаете установки аналоговых анализаторов, используя диалоговое окно Analyses Setup, описанное ниже в руководстве. По умолчанию, когда вы создаете новую схему, аналоговые анализаторы получают предустановленные опции Always Set Defaults. Это означает, что ***Operating Point Analysis (Multimeter)*** *доступен в простых цепях постоянного тока. Для более сложных цепей применяется Transient Analysis (oscilloscope) с предустановленными условиями.*

В меню ***Simulation*** *должен быть выбран режим* ***Analog Mode****, а не* ***Digital Mode****.*

Контекстно-чувствительный инструмент ***Probe Tool*** *(пробник) позволяет вам быстро проверить любую точку в цепи в процессе симуляции и увидеть результирующую осциллограмму или данные в окне анализа (Analysis Window). Заметьте, что* ***Probe Tool*** *используется в аналоговом режиме иначе, чем в цифровом.*

Прежде, чем запустить симуляцию, вы должны щелкнуть левой клавишей мышки по ***Probe Tool*** *в цепи для добавления или удаления тестовых точек реального времени (Run-Time Test Points). Заметьте, однако, что вы не имеете предопределенных тестовых точек до запуска симуляции. Дальше в руководстве посмотрите о работе с тестовыми точками.*

В процессе симуляции коснитесь кончиком ***Probe Tool*** *провода, вывода устройства или корпуса устройства, чтобы увидеть или вывести данные в этой точке. Инструмент отображает одну из шести букв: V, I, P, Z, N или R. Значение этих букв проиллюстрировано слева.*

Щелкните левой клавишей мышки в точке цепи, где вы хотите встать пробником, и значение или осциллограмма незамедлительно появятся в текущем окне (активном) анализа. Для получения множества диаграмм просто щелкайте мышкой, удерживая клавишу Shift, в режиме пробника столько раз, сколько нужно, и диаграммы соберутся в «стеке» текущего окна анализа.

Заметьте, что если CircuitMaker показывает, что данные тока или мощности не доступны, остановите симуляцию и щелкните по клавише ***Analyses Setup*** *на инструментальном меню. Щелкните по клавише* ***Analog Options*** *и выберите флажки Node Voltage, Supply Current, Device Current и Power в нижнем правом углу окна диалога. Затем вновь запустите симуляцию».*

Ну, вот. Перевести я перевел, осталось почитать и попробовать. Если не получится, будем читать дальше.

Но меня торопят – пора освобождать компьютер. Обещаю, что через минуту освобожу, и начинаю бессистемные попытки оживить симуляцию схемы. Успех достигается только после нескольких манипуляций в диалоговом окне **Analyses Setup**, находящееся в разделе основного меню под рубрикой **Simulation**, где я устанавливаю флажок **Transient/Fourier…,** снимая все остальные, и несколько увеличиваю общее время наблюдения. В итоге получаю следующую картину происходящего:

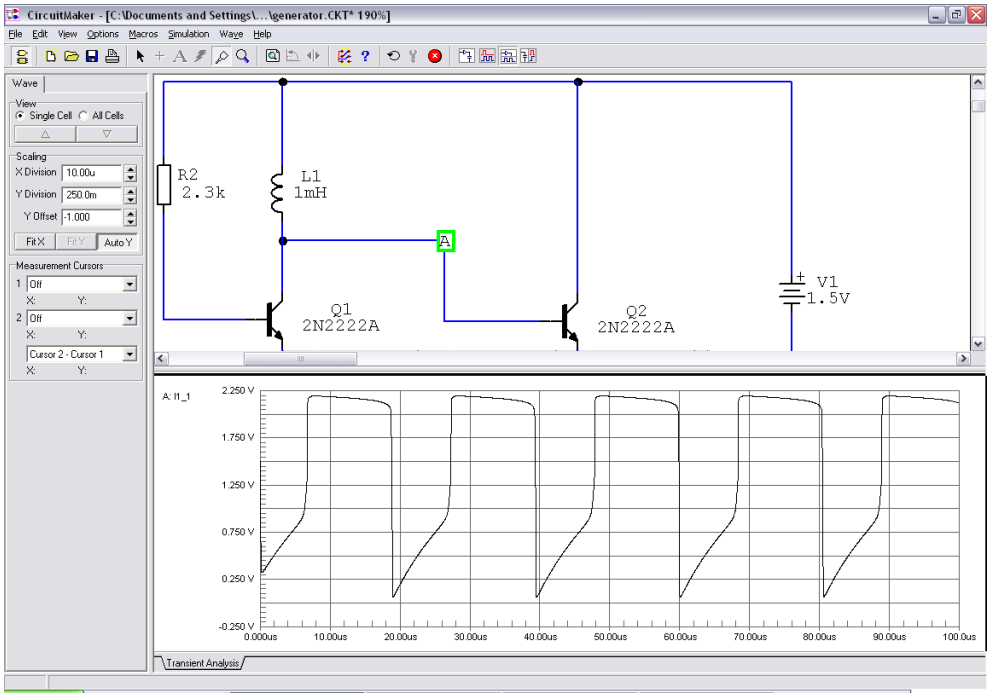


Рис. 1.21. Наблюдение выходного сигнала в программе SircuitMaker

Я согласен, что это не дело, поспешно «дергать разные веревочки», пытаясь получить результат. Но я пока не намерен покупать программу, и тщательное изучение всех ее возможностей и особенностей в данный момент не является основной задачей этой обзорной главы. Поэтому продолжим путешествие по журналам 60х.

В журнале №4 за 1965 год есть перепечатка в рубрике «За рубежом» под названием «Усилительная ступень с постоянным усилением», которая начинается так:

«На рисунке изображена схема интересной усилительной ступени на транзисторах, усиление которой не зависит от свойств примененных транзисторов. Она представляет собой каскодное включение двух транзисторов с прямой связью».

Попробуем разобраться в схеме, используя программу Xlab. Если судить по остаткам текста на польском языке, которые я встречаю в нескольких разделах меню, это программа польского производства, но распространяемая бесплатно (если я понимаю все правильно).

Запускаю программу и начинаю создавать схему. Первое, с чем я сталкиваюсь – мне пока не нужно работать с программой, но нужно использовать ее для иллюстраций. Черный фон, удобный для постоянной работы, я хотел бы заменить на белый. Ищу, как это сделать, заглядываю в раздел **Options** основного меню, где и нахожу пункт **Schematic editor…** В диалоговом окне, которое появляется после выбора этого раздела, действительно в левом нижнем углу есть надпись **Background color**, а чуть правее окошко для ввода цифр, сейчас в нем «0», и дальше квадратик с черным цветом заливки. Пробую заменить цифру «0» на «1», вижу, как квадратик справа меняет цвет, и подбираю (уже число) «15», когда контрольный цвет становится белым. Попутно снимаю флажок Visible для Grid, подразумевая, что сетка в рабочей области окна редактирования схемы будет не видна. Теперь поищем компоненты. Под основным меню есть инструментальная панель, на которой есть кнопка с изображением транзистора, нажимаем ее, перемещаем курсор в рабочую область, видим иконку транзистора, привязанную к курсору, и, щелкая левой клавишей мышки, оставляем транзистор в нужном месте. Но… после щелчка транзистор исчезает. Но… в окне компонент, которое появляется вместе с появлением рабочей области, свойства транзистора отображаются. Где я не прав? Вспоминаю, что когда цвет фона был черным, элементы отображались белым, а цвет выделенного элемента в произведенных мною настройках был красным. Выделяю прямоугольник в рабочей области и обнаруживаю, что много транзисторов я успел выбрать, им стыдно за меня, они покраснели. Удаляем лишнее. Однако попытка найти возможность изменить цвет компонента оказывается безуспешной. Возвращаемся к исходным настройкам, позже посмотрим, что можно будет сделать, чтобы иллюстрация не была перегружена черным фоном.

Расположив компоненты в рабочей области, я должен их соединить. Если нажать левую клавишу мышки, когда курсор находится над выводом компонента, то появляется изображение паяльника, удерживая клавишу нажатой, я действительно провожу соединение до следующего нужного мне вывода. Повторяя эту операцию несколько раз, я соединяю схему. Не придумав, как поменять цвета, я получаю следующий результат (с измененным цветом в графическом редакторе):

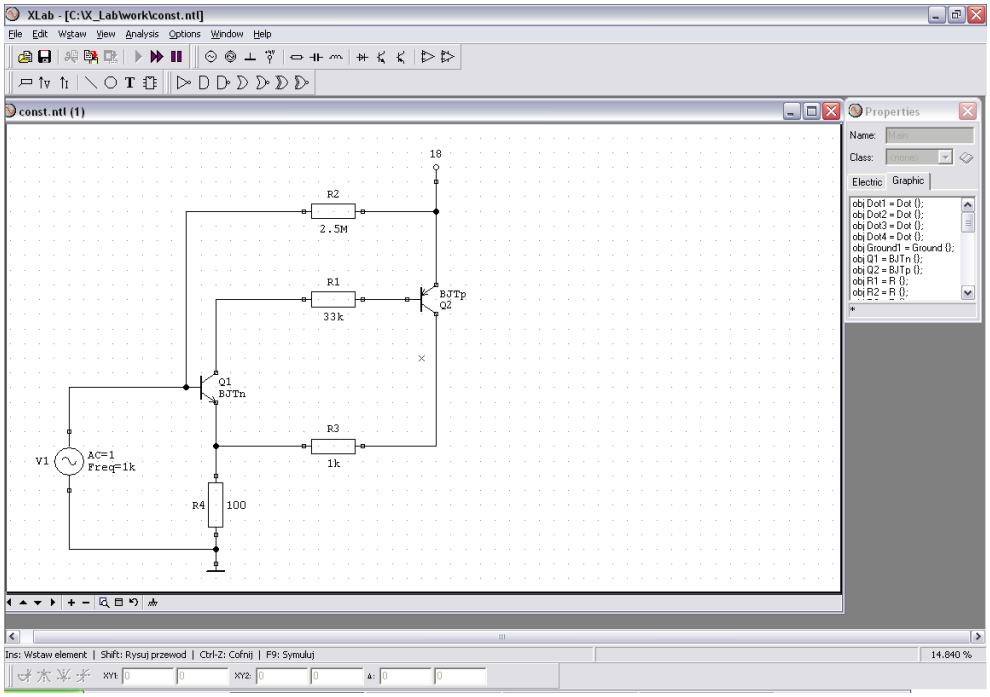


Рис. 1.22. Вид усилительной ступени в программе XLab

А, в конечном счете, не получилось ничего, поскольку возникает ошибка при выполнении симуляции, есть рекомендация загрузить последнюю версию из Интернета, но сейчас у меня поврежден сетевой кабель, вследствие чего «Интернета нету». Посмотрим, как выглядит пример симуляции в программе, который можно получить с помощью схемы из раздела примеров:

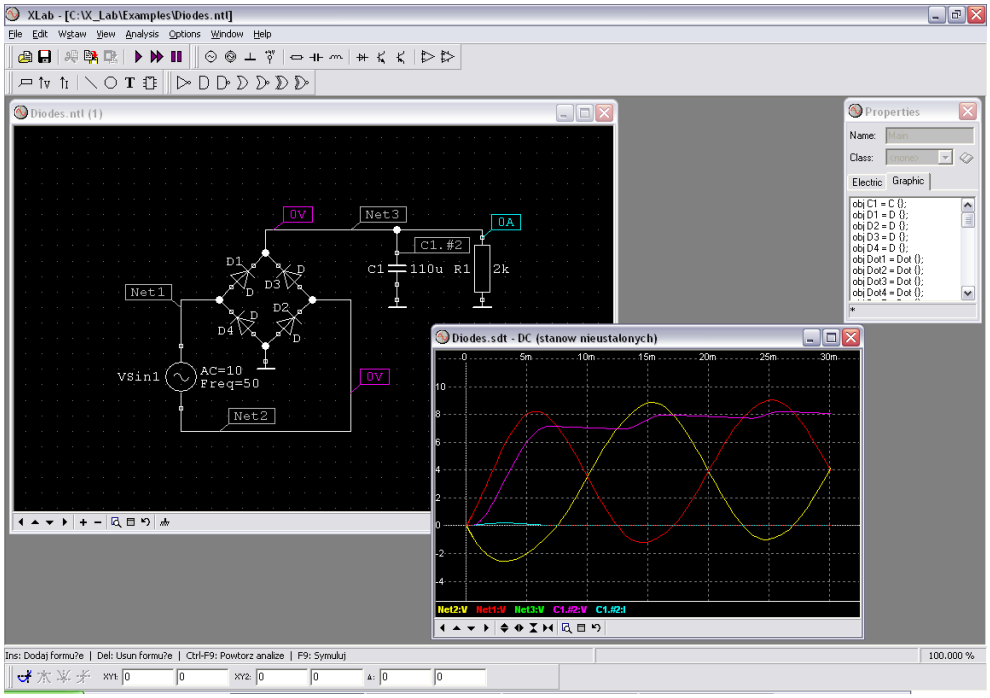


Рис. 1.23. Работающая симуляция в программе XLab

Постараюсь вернуться к программе позже, а пока посмотрим, что получится в программе Micro-Cap.

Первое, что хочется сказать о программе – язык программы русский. Компоненты можно взять либо на инструментальной панели, где на кнопках изображены наиболее ходовые элементы схемы, либо взять из основного меню в разделе «Компонент». Доступных компонент очень много, и выпадающее меню разбито на множество подразделов. Чтобы провести соединения я выбираю на инструментальной панели (из нижнего ряда, четвертая иконка слева) средство соединения компонент, провожу соединения и получаю результат:

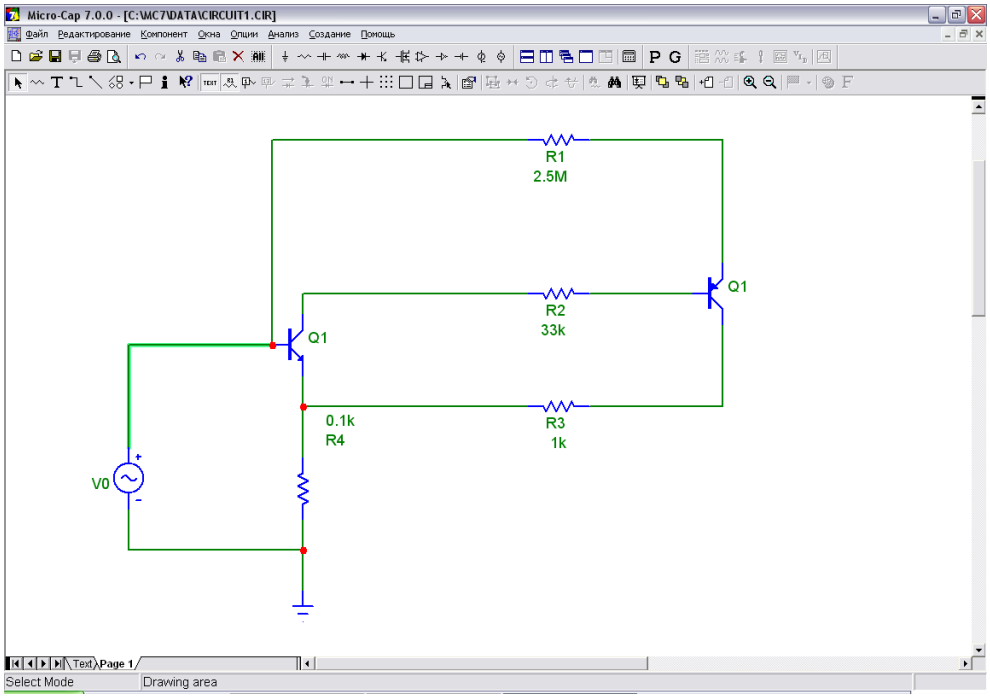


Рис. 1.24. Схема усилительной ступени в программе Micro-Cap

Попробуем запустить симуляцию этой схемы, если она работает в демо-версии. Первые попытки сделать это не приводят к успеху, я запускаю **Переходные процессы…** в разделе **Анализ** основного меню, но не происходит ничего интересного. Если не считать того, что в меню на месте **Анализ** появляется **Analysis**. Это интересно, но не сейчас. Я меняю свойства генератора V0, для чего щелкаю дважды по генератору левой клавишей мышки и в открывшемся диалоговом окне меняю в нижней части в окошке F значение на 100HZ, а значение A на 0.1, что по моим представлениям должно установить частоту 100 Гц, и амплитуду сигнала 100 мВ. Модель генератора я выбираю VSIN:

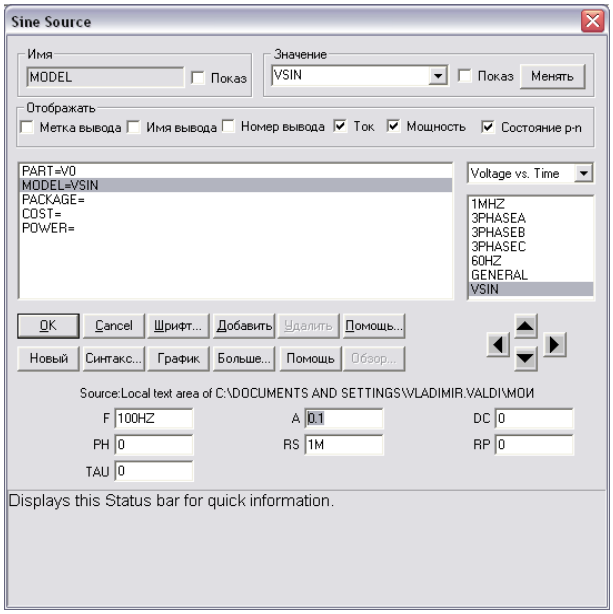


Рис. 1.25. Окно выбора параметров генератора в программе Micro-Cap

Попутно я меняю значения резисторов, обнаружив, что после запуска режима анализа переходных процессов на инструментальной панели активизируется клавиша **Node Voltages**, нажав которую можно получить значения напряжений во всей цепи. Значения резисторов я меняю с тем, чтобы получить постоянное напряжение на выходе примерно равным половине питающего напряжения. Изменить значение резисторов, как и других, думаю, элементов схемы, можно так же, как я менял параметры генератора – в

диалоговом окне, появляющемся после двойного щелчка левой клавишей мышки по элементу.

Затем, как ни хотелось этого избежать, пришлось почитать руководство к программе. Руководство к программе достаточно подробно, хорошо иллюстрировано, и, если не уподобляться мне, не спешить, а вдумчиво его прочитать, то результаты будут лучше. Для меня же прояснилось далеко не все, но руководство описывало режим интерактивной пробы. Попробую найти этот режим. Как мне кажется, это должно соответствовать рубрике **Исследование переходных процессов** в бывшем разделе основного меню **Анализ**. Запуск этого режима открывает новое окно рядом с окном редактора схемы. Теперь, щелкнув мышкой по узлу базы транзистора Q1, я получаю сигнал, который заказывал. Щелчок по выходу в точке соединения резистора R5 и конденсатора C2 дает требуемую картину:

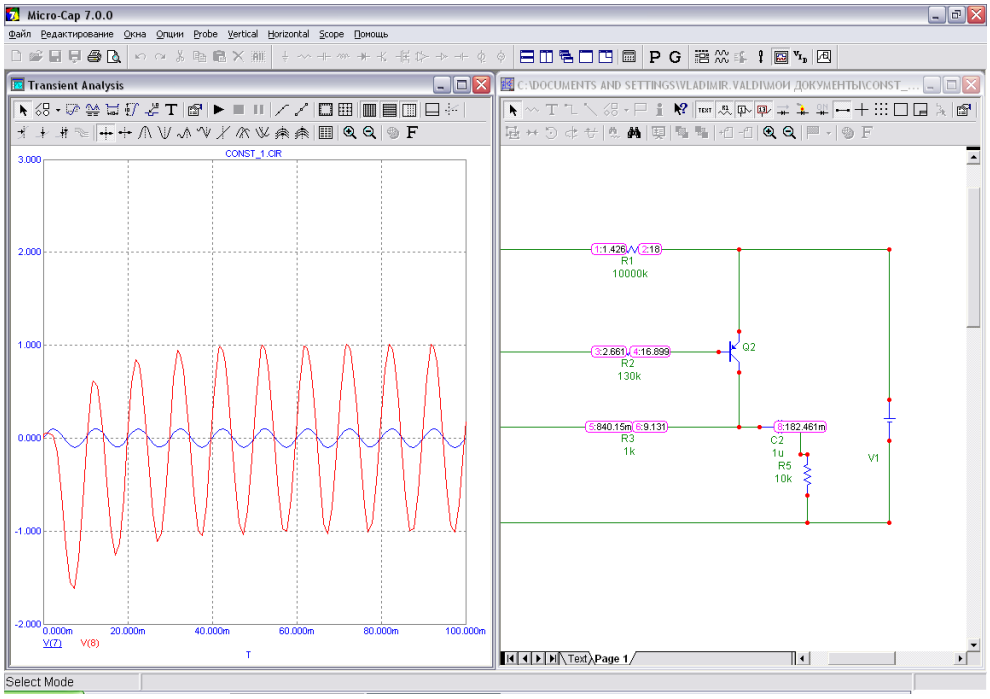


Рис. 1.26. Диаграмма сигналов в программе Micro-Cap

Изменение значения резистора R3 с 1 кОм на 500 Ом приводит к уменьшению выходного сигнала, то есть к уменьшению усиления. В исходном варианте это было около 11, теперь коэффициент усиления снижается до 6. Что и следовало ожидать, поскольку коэффициент усиления должен быть равен отношению суммы резисторов R3 и R4 к R3.

Несомненно, если не считать неудачи с Xlab, к этой программе я, возможно, вернусь позже, остальные программы достаточно удобно позволяют разобраться со схемами. Поэтому я продолжу листать журналы, но теперь сменю операционную систему.

Я уже говорил, что Linux (точнее ASPLinux 11), в котором я работаю, меня более чем устраивает во всех отношениях. Программ для этой операционной системы с каждым годом становится все больше. Программы доступны, даже коммерческие версии стоят значительно дешевле, чем программы для Windows. Многие версии работают в обеих операционных системах. Мне нравится мой ASPLinux, может и вам он понравится.

Следующая схема, которую я хочу рассмотреть взята из журнала №8 за 1966 год. Обнаружил ее я на странице 59, и называется статья «Омметр с линейной шкалой». Первой из программ, в которой исследуем предложенную схему, пусть будет Oregano. Программа русифицирована. В правом окне выбираем библиотеку Default, в библиотеке выбираем NPN транзистор (в оригинале это PNP), выбираем резисторы.

Первая проблема обнаруживается с кодировкой. Вместо текста в рабочей области рисуются квадратики. Вторая проблема обнаруживается при попытке запустить симуляцию, и приводит к полному зависанию компьютера. Проблемы интересные, но их решение следуют отложить. Поэтому меняем программу: пусть будет KiCAD.

Запуск программы открывает диалоговое окно менеджера проекта. Создаем новый проект – в разделе **Projects** есть подраздел **New Project Descr**, в котором обозначаем наш будущий проект как ommeter, что, в свою очередь, приводит к появлению двух файлов: схемы и платы.

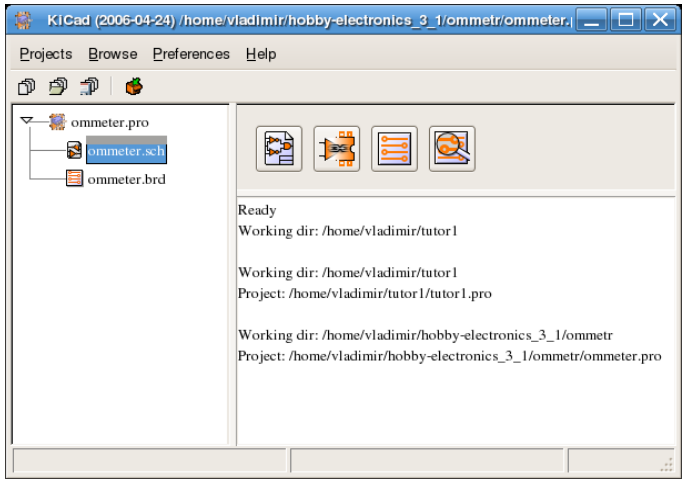


Рис. 1.27. Окно проекта в программе KiCAD

Теперь, если щелкнуть по файлу схемы ommeter.sch, то открывается редактор схем, в котором, я надеюсь, я нарисую схему омметра с линейной шкалой. На инструментальной панели слева есть клавиша **Add Components**, которую я хочу нажать:

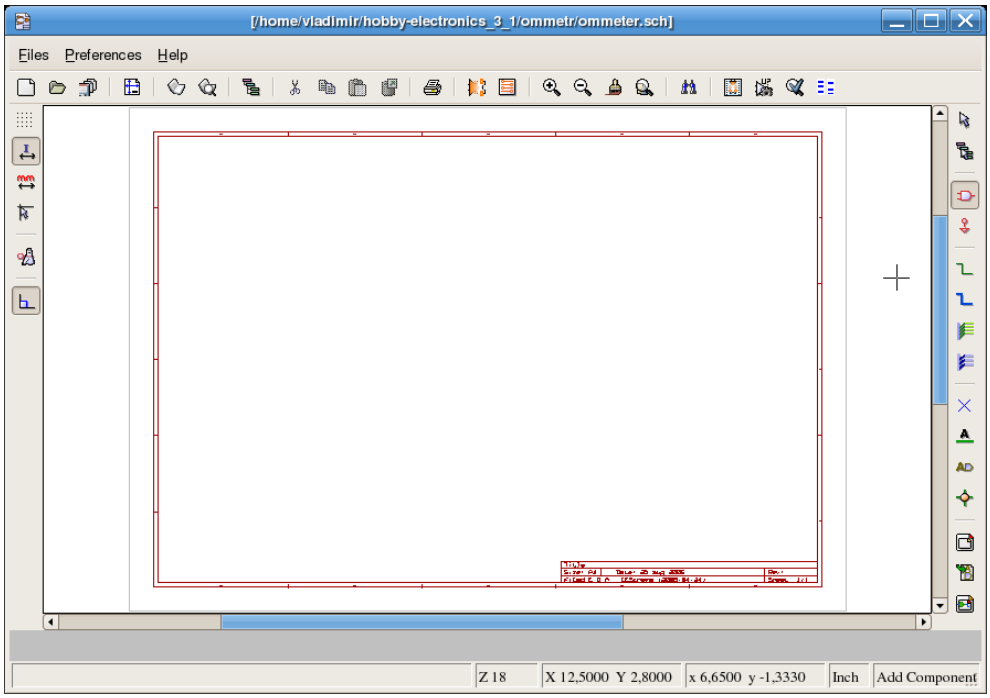


Рис. 1.28. Окно редактора схем программы KiCAD

Клавиша нажата, но я попадаю в новое окно диалога, где следует ввести имя компонента. Для начала я нажимаю клавишу List All. В появившемся списке выбираю device, получаю новый список, в котором и нахожу NPN транзистор. После его расположения в рабочей области с помощью правой клавиши мышки я открываю выпадающее меню, в котором нахожу пункт **Mirror (X)** в разделе **Orient Component**. Теперь путь создания схемы намечен, осталось ее нарисовать. Располагаем нужные компоненты. Ищем справа на инструментальной панели клавишу Add wires, чтобы соединить компоненты. Курсор в виде карандаша проделывает это легко и просто. Попутно я выясняю, что двойной щелчок по надписям, первоначально имеющим знаки вопроса, например, R?, позволяет обозначить элементы согласно схеме в журнале, и ввести величину сопротивления, надеюсь, в нужном месте. И еще я выясняю, что колесико мышки позволяет мне

при прокручивании уменьшать и увеличивать рисунок в окне. Достаточно поместить курсор в нужное место, покрутить колесико, и получить увеличение или уменьшение рисунка. Удобно.

Схема получается следующего вида:

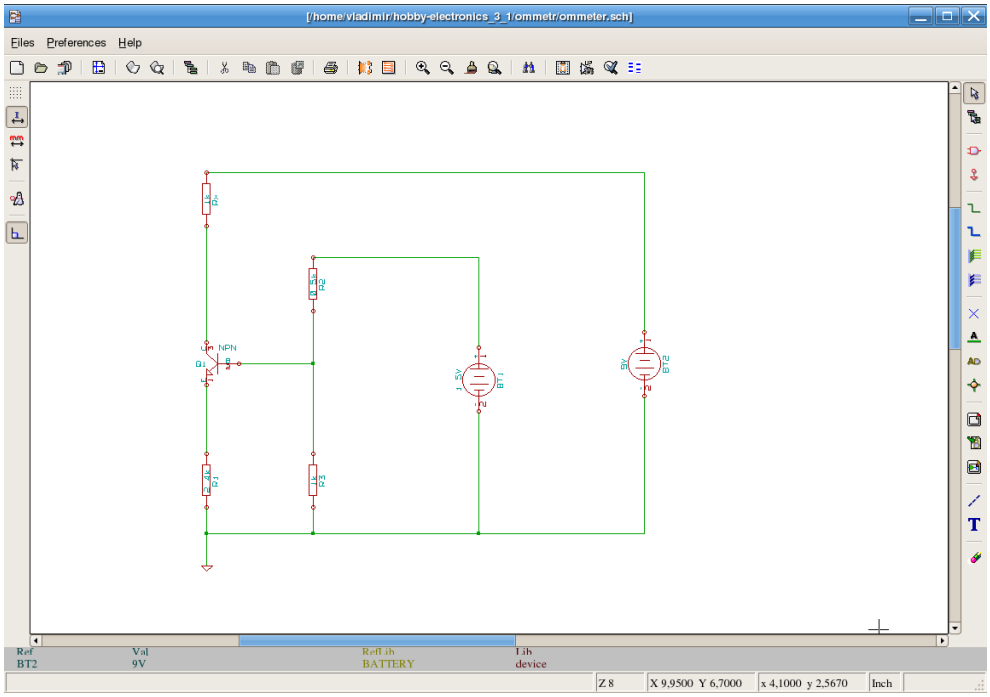


Рис. 1.29. Схема омметра в программе KiCAD

Осталось сообразить, как запустить симуляцию. На основной инструментальной панели под основным меню я нахожу клавишу **Netlist generation**. Занимаясь переводом нескольких руководств к программам, я уже понял, что симуляторы Spice работают с этой спецификацией схемы. Поэтому пробую создать netlist. Немного непонятно, почему проверка правил электрических соединений дает ошибки, но netlist для симуляции, похоже, создается, однако для запуска симуляции необходимо читать руководство spice, поскольку попытка запустить программу из KiCAD, даже с записанной командой запуска не дает видимого эффекта. Вернусь-ка я к этой программе позже.

А сейчас попробую запустить другую программу, Qucs.

Программа русифицирована. После запуска открывается окно привычное и в Linux, и в Windows, с основным меню и инструментальной панелью, с окном навигации и рабочей областью. Попробуем нарисовать схему:

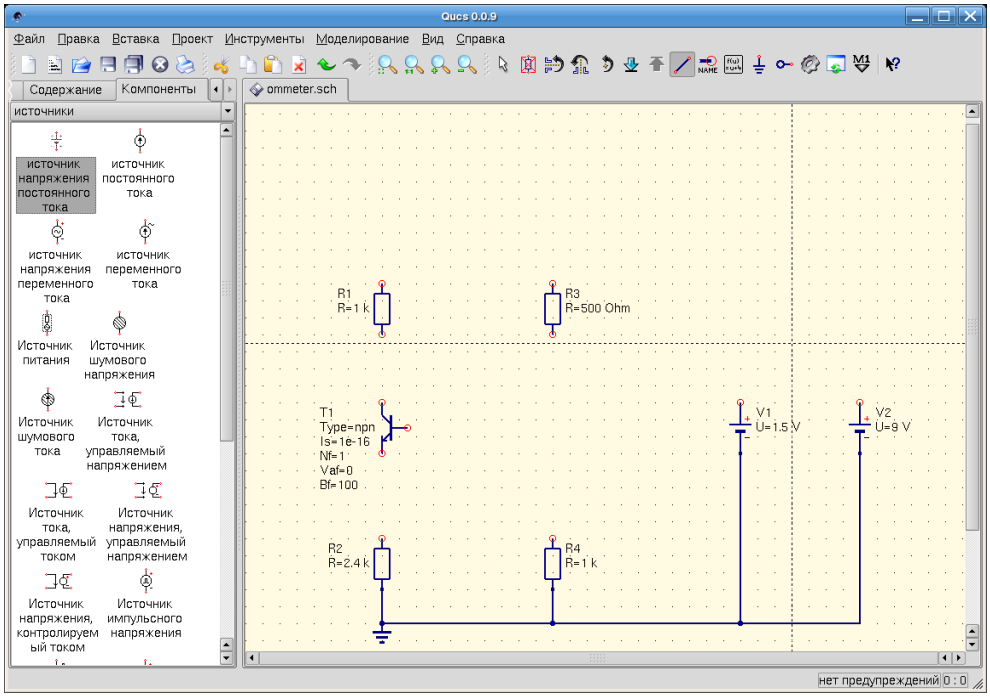


Рис. 1.30. Создание схемы омметра в программе Qucs

В панели навигации в разделе компоненты я нахожу, открывая подменю дискретных компонент, резисторы. Расставляю их в рабочей области. Немного спотыкаюсь, когда пытаюсь развернуть их должным образом, это получилось из-за выбора двух резисторов вместе: щелкнув правой клавишей мышки по резистору, в открывающемся меню я выбираю поворот, но вращаются оба резистора. Некоторое время, сопровождаемое словами, не лучшим образом меня характеризующими, я не могу понять, что же следует сделать, но потом щелкаю по иконке с изображением курсора на инструментальной панели, затем щелкаю мышкой в свободном месте рабочей области, и проблема решена. Стоило ли так чертыхаться?

Транзистор я нахожу в подменю нелинейных компонент раздела компонент, а батарейки в разделе источников. Теперь надо соединить элементы схемы. Для этой цели я на инструментальной панели нажимаю иконку с явным рисунком проводника, курсор принимает вид, показанный на рисунке 1.30, и все соединения проходят гладко, без проблем, без нехороших слов.

Теперь я хочу запустить симуляцию. Для чего я добавляю измеритель напряжения, включая его параллельно резистору R1, измеритель я нахожу среди дискретных компонент. Там же нахожу измеритель тока, который включаю между батарейкой V2 и резистором R1. В подменю раздела компонент нахожу виды моделирования, выбираю моделирование на постоянном токе. Полезно, наверное, сохранять все, о чем мне напоминает иконка дискетки на вкладке с именем схемы. И теперь рабочая область приобретает следующий вид:

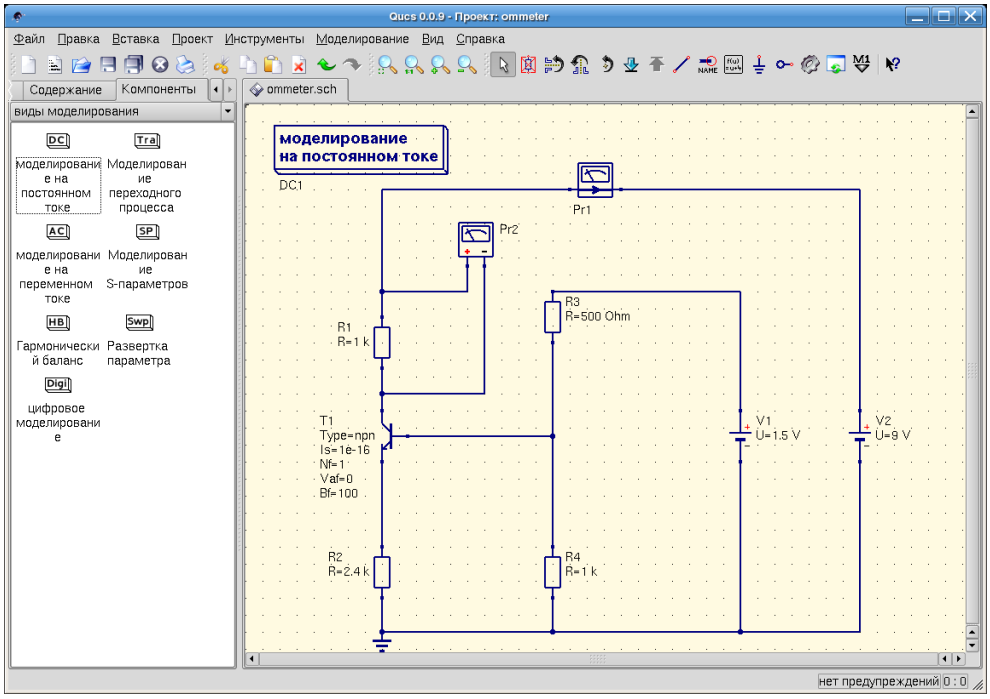


Рис. 1.31. Подготовка схемы к моделированию в программе Qucs

Далее я запускаю **Моделировать** в разделе основного меню **Моделирование**, выбираю табличную форму в подменю **Диаграммы** меню **Компоненты**, а в диалоговом окне для наблюдения выбираю Pr2.V и Pr1.I дважды щелкнув по этим параметрам в окне диалога. В итоге образуется таблица:

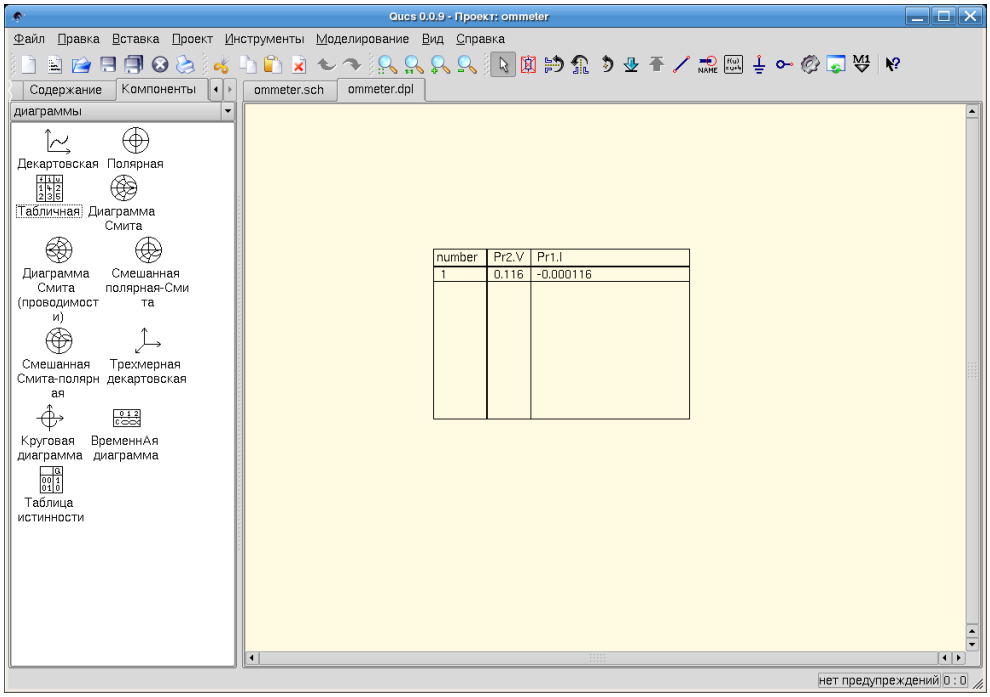


Рис. 1.32. Таблица показаний измерительных приборов в программе Qucs

Напряжение равно 0.116 В, ток 0.116 мА. Теперь попробуем увеличить сопротивление резистора R1 вдвое. Напряжение, показываемое измерителем, становится 0.232 В, а ток остается 0.116 мА. Увеличиваю сопротивление в три раза (от начального 1 кОм). Получаю напряжение 0.348 В, и ток 0.116 мА. Если не верите, проверьте сами.

Итак, омметр действительно получается с линейной шкалой. Происходит это благодаря тому, что на транзисторе организован генератор тока, то есть источник, ток которого не зависит (или почти не зависит)

от нагрузки. В этом случае напряжение на измеряемом сопротивлении будет линейно зависеть от величины сопротивления.

Хотя журнал и старый, но идеи не стареют. Генераторы тока, подобные описанному в статье журнала, и по сей день находят, я думаю, широкое применение, и не только в измерительной технике.

И программа Qucs оказалась достаточно легко понимаемой на интуитивном уровне. А если учесть, что краткое руководство к этой программе имеет хорошо сделанный перевод на русский язык, то это хорошее начало для работы по созданию своих собственных схем. Это я так думаю. А вы?

Журнал «Радио» для начинающих

Завершая разговор о старых журналах, я хотел бы упомянуть о том приятном впечатлении, которое на меня произвела забота журнала о начинающих радиолюбителях. Целый ряд статей посвящен рассказу об электротехнике, радиотехнике, радиоприемных устройствах и т.д.

На базе нескольких статей из этих журналов я продолжу рассказ о программах для работы с электроникой.

Начну, однако, с того, что приведу выдержку из статьи из №12 за 1962 год. Статья называется «Радиолюбитель должен быть экспериментатором» и подписана З. Лайшев.

«Даже беглое знакомство с редакционной почтой и содержащимися в письмах вопросами свидетельствуют о том, что основная масса читателей, обращающихся за консультацией, – молодые, начинающие радиолюбители...

К сожалению, далеко не все авторы писем в редакцию представляют себе тот объем знаний, который в настоящее время необходим квалифицированному радиолюбителю. Некоторые, например, считают, что достаточно правильно повторить конструкцию по готовой схеме из журнала или книги, и можно уже считать себя радиолюбителем. Обычно такие товарищи, собрав одну-две конструкции, но, не сумев их наладить, очень быстро убеждаются в том, что радиотехника требует более глубоких знаний, чем они предполагали...

... И самое главное – больше и смелее экспериментировать, ибо настоящий радиолюбитель обязательно должен быть экспериментатором».

Я полностью согласен с автором статьи. Знания, которые всегда можно почерпнуть из книг, из объяснений более опытных друзей или знакомых (а сегодня, порою, и не знакомых, где-нибудь на форуме, посвященном электронике), желание и практика, эксперименты и выводы из своих побед, равно, как и неудач – путь в радиотехнику и электронику. И если сорок лет назад этот путь трудно было пройти без приборов и не всегда доступных деталей, то сегодня, имея компьютер, можно (хотя и не следует замыкаться только в этом виртуальном мире) проделать этот путь гораздо быстрее и комфортнее.

Общая рубрика для начинающих называется «Путь в радиотехнику и электронику». Возможно, эта рубрика начинается раньше, но у меня есть только журнал №4 за 1962 год, где я этот раздел и обнаружил. Статья называется «Постоянный электрический ток», автор инженер С. Матвеев. Я не буду пересказывать статью, кому интересно прочитает, но возьму ее за основу в рассказе о постоянном токе. Оригинальная статья очень подробна, а, главное, точна в рассказе, тогда как мое изложение я нахожу беспорядочным и весьма небрежным, но переписывать статью я все-таки не намерен. Для начала я на некоторое время прерву свой рассказ, чтобы посмотреть в Интернете (из которого я вынул гвоздь, забитый при ремонте квартиры, и который в благодарность за это «ожил») не произошло ли заметных сдвигов в понимании того, что такое электрон. Поскольку мой рассказ я хочу начать словами: никто по сегодняшний день не знает, что такое электрон, но это не мешает нам более ста лет, а по свидетельству археологов и много более, не мешает пользоваться электрическим током.

Прочитав с десяток статей, и изрядно этим чтением увлекшись, я могу объединить их под одним заголовком, которому обязан статье Г. П. Петина:

«Сто лет назад классик сказал: «Электрон так же неисчерпаем, как и атом». За истекшее с тех пор время наука сумела неплохо объяснить взаимодействие электрона с внешним (для электрона) миром, но что представляет собой сам электрон, его внутреннее устройство, до сих пор совершенно неясно».

Начну-ка я рассказ об очень полезных для радиолюбителя, многим, если не всем, знакомых законах Ома и Кирхгофа. И следующей программой будет одна из первых, с которой я познакомился в Linux, но так и не смог «оживить» для своих нужд, а именно, gEDA. Подобно многим современным системам gEDA при запуске открывает менеджер проекта. Сегодня программа русифицирована (во всяком случае, менеджер проекта). Для разнообразия я создаю проект hom.

Запустив из менеджера проекта редактор схемы, я в разделе основного меню **Добавить** выбираю **Компонент** (или, нажав иконку с изображением логического вентиля на основной инструментальной панели), чем открываю окно диалога. В нем я хочу найти резистор, батарейку и что-то, что позволит мне

измерить ток и напряжение.

Увы, почти нарисовав схему, я попытался обозначить вольтметр, но в итоге редактор закрылся, оставив меня «с носом». Придется и с этой программой разбираться позже. На очереди программа KTechlab.

Совершив манипуляции обычным образом, я получаю в результате симуляции следующую картину:

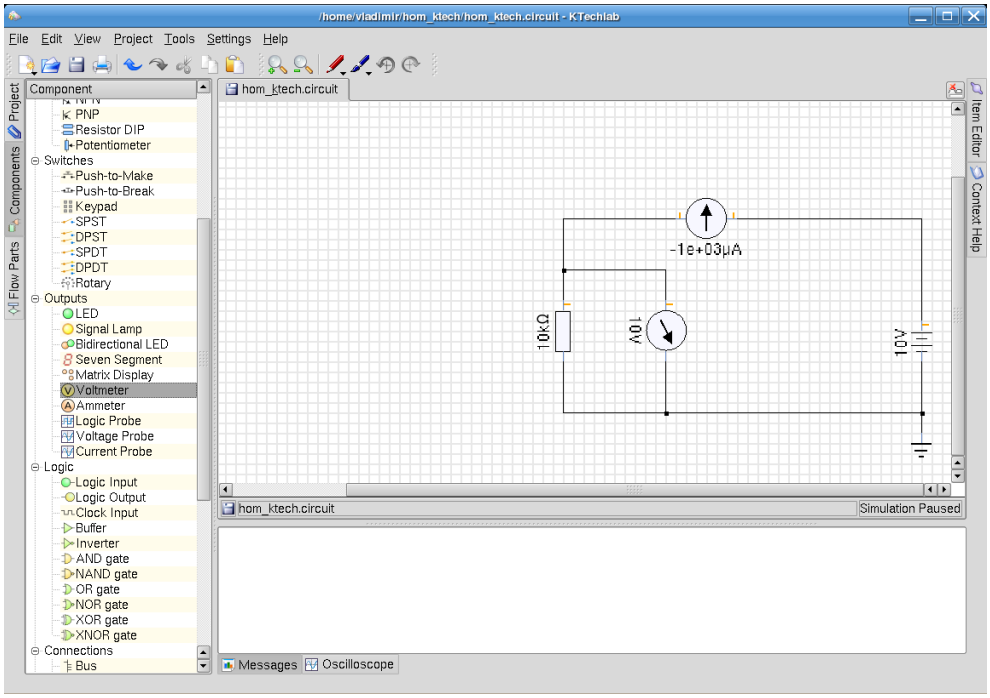


Рис. 1.33. Иллюстрация закона Ома в программе KTechlab

Вольтметр показывает напряжение в 10 В, а амперметр ток 1 мА (с полярностью амперметра «не сошлось», но это сейчас не суть важно). Закон Ома гласит, что ток в цепи прямо пропорционален напряжению и обратно пропорционален сопротивлению. То есть, если мы разделим 10 В на 10 кОм, то получим 1 мА. Это же говорит и программа. Добавим еще один резистор, последовательно с уже существующим, и еще один вольтметр, параллельно новому резистору. Запустим симуляцию и получим:

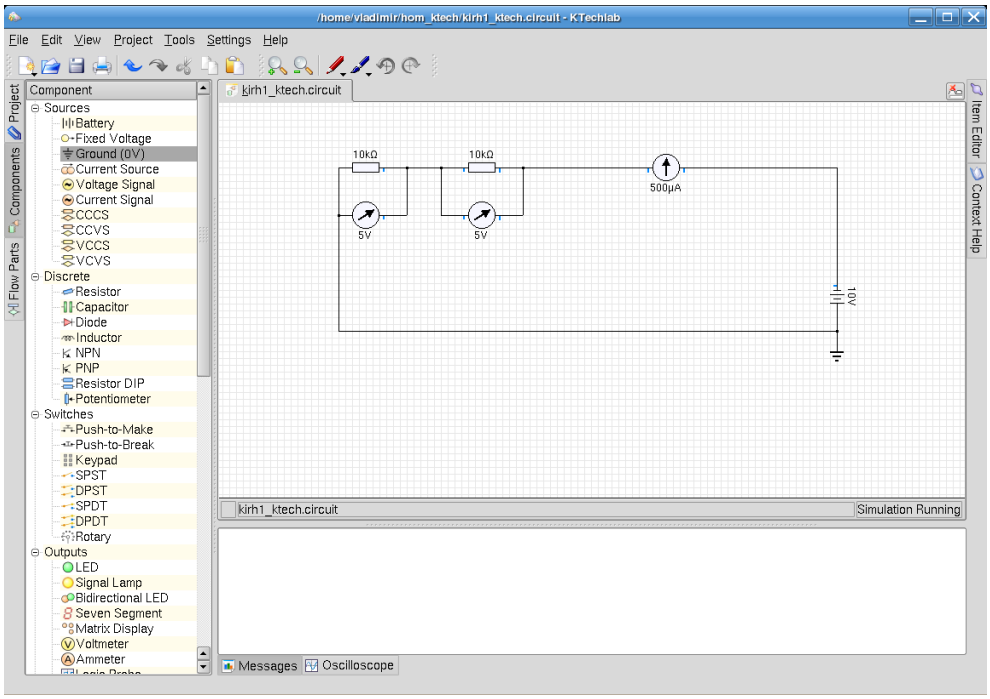


Рис. 1.34. Первый закон Кирхгофа в программе KTechlab

Как и следовало ожидать, исходя из закона Ома, при увеличении сопротивления вдвое ток должен уменьшиться вдвое. А первый закон Кирхгофа гласит: сумма падений напряжения в цепи должно равняться эдс (напряжению батарейки в данном случае). Сложим показания двух вольтметров и получим 10 В.

Второй закон Кирхгофа гласит, что сумма токов в ветвях цепи должна быть равна току, притекающему к узлу (ветвления). После переделок схемы, это положение выглядит так:

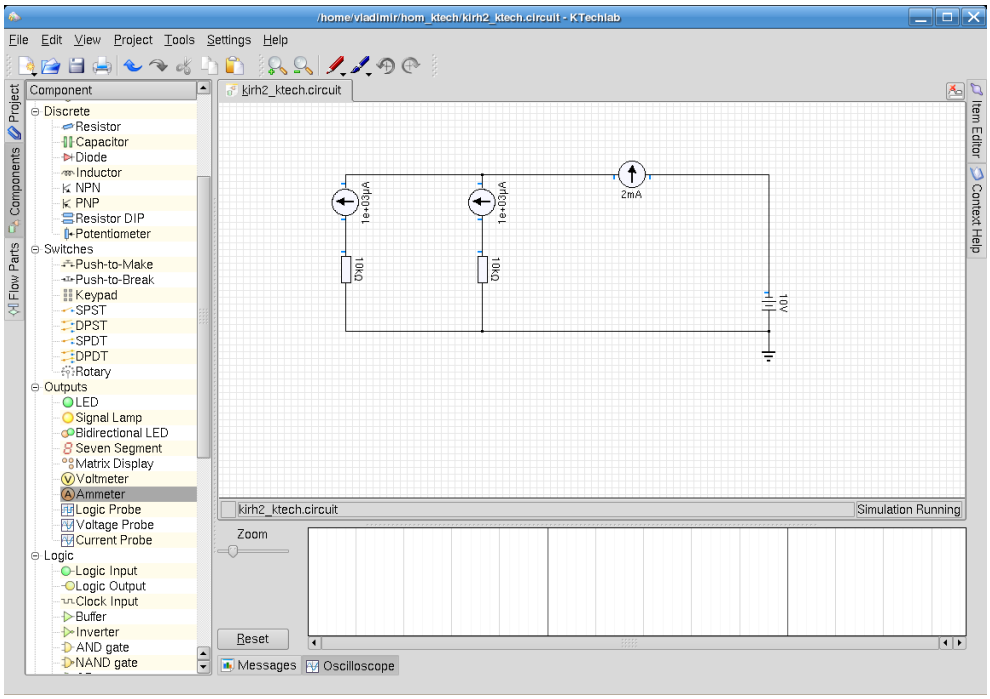


Рис. 1.35. Второй закон Кирхгофа

Как и следовало ожидать, амперметры в каждой из ветвей показывают по 1 мА, а амперметр справа показывает их сумму 2 мА. Этих простых, в общем-то, законов вполне достаточно для понимания всего происходящего в электрических схемах. Например, что у нас получится, если два резистора соединены последовательно? При неизменном напряжении источника питания ток в цепи уменьшится вдвое, если посмотреть на рис.1.34, то именно это и происходит. Но то же самое произойдет, если мы в схеме на рис. 1.33. вдвое увеличим значение резистора. Попробуйте. Программа KTechlab позволяет в наш проект hom добавить все файлы схем с помощью подменю **Add Existing File** раздела основного меню **Project**. Слева на вкладке **Project** отображаются все файлы, добавляемые в проект. Теперь можно быстро переключаться между схемами и легко изменять значения элементов схемы. Легко можно посмотреть, что происходит при параллельном включении двух резисторов. Они будут эквивалентны одному, вдвое меньшего номинала.

Обо всем этом, о действии электрического тока и рассказано в статье, о которой я упоминал в самом начале.

Следующий журнал №8 за 1962 год со статьей инженера Е. Овчаренко «Переменный ток» из той же рубрики «Путь в радиотехнику и электронику». Из статьи я приведу только одну выдержку:

«Строго говоря, ток, изменяющийся с течением времени по величине и по направлению, является переменным. Однако под термином переменный ток принято понимать такой ток, величина и направление которого изменяются периодически».

Мне нравится, что автор, точно и сжато, очерчивает и рамки применения термина и раскрывает сам термин. Действительно, очень важно понимать, что переменный ток это не только изменяющийся по направлению ток, но и меняющийся по величине. Иначе, говоря о сигналах в схеме, трудно понять, как конденсатор, не пропускающий постоянный ток, пропускает сигнал, хотя в схеме нет источника переменного тока – схема питается от батарейки, которая может давать только постоянный ток. И здесь мне хотелось бы упомянуть, поскольку я заговорил о конденсаторе, переходные процессы. Конденсатор в самом простом виде это две пластины разделенные диэлектриком, материалом, который по определению не пропускает постоянный ток (во всяком случае, явно или достаточно большой ток, чтобы о нем говорить). Но если собрать цепь из батарейки, конденсатора, амперметра и выключателя, а затем замкнуть выключатель, то амперметр покажет бросок тока. Схема такого эксперимента выглядит следующим образом:

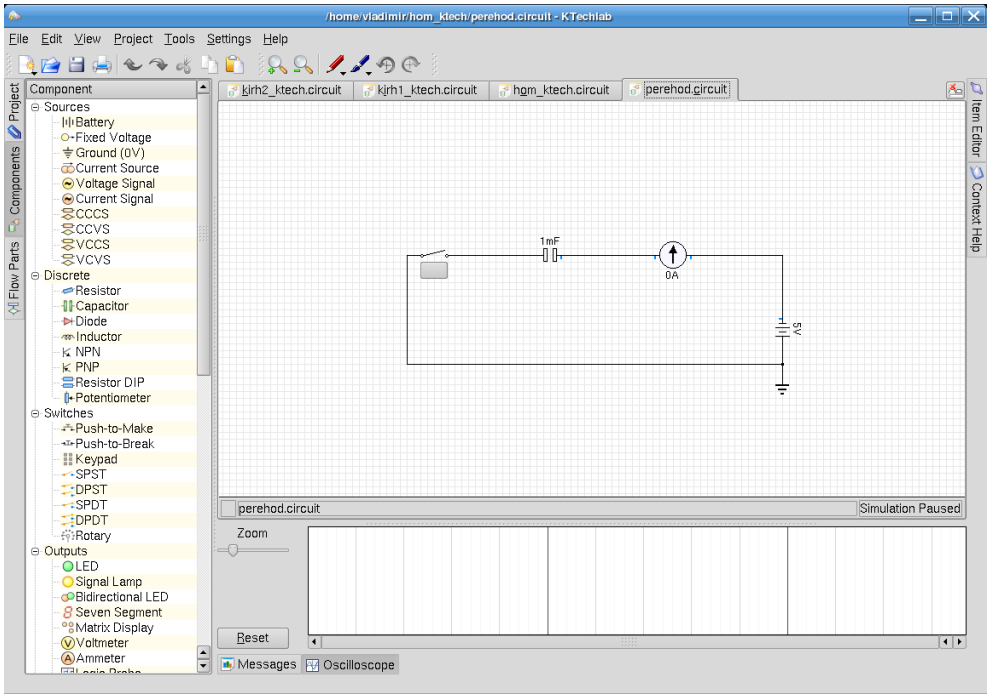


Рис. 1.36. Схема эксперимента в программе KTechlab

Если нажимать клавишу, расположенную под выключателем, и наблюдать ток в цепи, то это и будет сущностью эксперимента. Но я не уверен, что получу симуляцию этого процесса. Поэтому несколько модифицирую схему эксперимента. Что мне нужно? Мне нужно чтобы в начальный момент напряжение, подаваемое на конденсатор, было нулевым, а затем разом становилось равно некоторой величине, положим, 5 В или 10 В. И мне хотелось бы видеть ток, протекающий через конденсатор. Для последнего я могу включить резистор последовательно с конденсатором и наблюдать характер напряжения на нем. А для подачи напряжения я могу воспользоваться генератором импульсов. В этом случае схема эксперимента примет следующий вид:

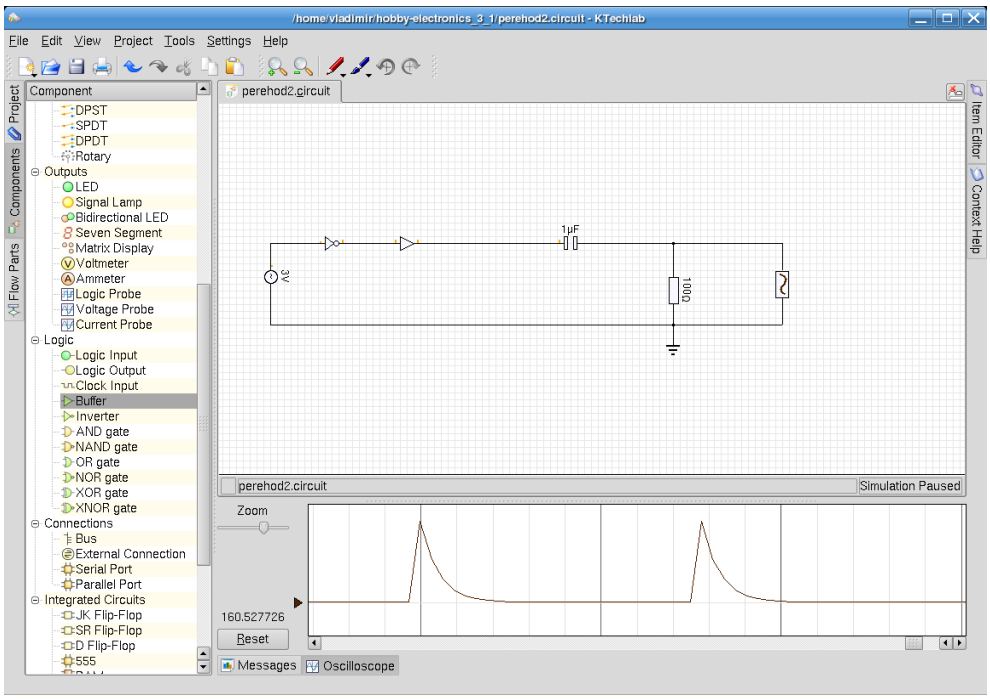


Рис. 1.37. Модификация схемы эксперимента

Как видно на осциллограмме, ток через конденсатор резко возрастает, а затем постепенно спадает,

становясь равным нулю до следующего импульса напряжения от источника импульсов. Таким образом, сопротивление конденсатора постоянному току очень велико (в идеальном случае бесконечно велико), но оно конечно для *изменений* напряжения, и определяется скоростью изменения. Для переменного тока, в смысле определения данного в статье, сопротивление конденсатора переменному току будет зависеть от частоты тока. Это сопротивление называют емкостным (или реактивным в общем случае), его величина обратно пропорциональна частоте переменного тока, умноженной на емкость конденсатора. Если частоту мы выражаем в привычных для нас герцах, то частота умножается на коэффициент равный удвоенному значению числа «пи» (или 3.14). Вы можете продолжить эксперименты, изменив схему, как показано ниже:

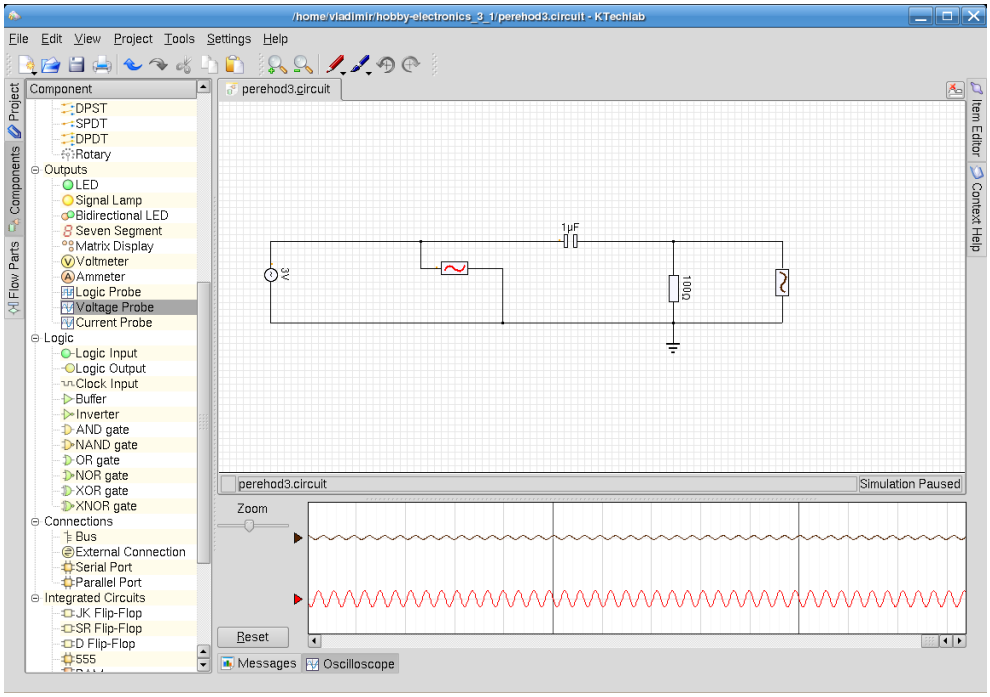


Рис. 1.38. Конденсатор в цепи переменного тока

На рисунке выше в окне наблюдения верхняя осциллограмма относится к напряжению на резисторе, а нижняя к источнику переменного тока. Как видно из рисунка, конденсатор и резистор для переменного тока образуют делитель напряжения, то есть с резистора снимается часть сигнала генератора. Но то, что хотел показать я это то, как легко проводить эксперименты в компьютерных программах, чтобы понять, что же происходит в реальных схемах! Или я не прав?

Завершая тему старых журналов и рубрики «Путь в радиотехнику и электронику», я хотел бы упомянуть о еще одном свойстве резисторов, конденсаторов и индуктивностей. Для переменного тока они все представляют некоторое сопротивление. При этом резисторы – активное сопротивление, а конденсаторы и индуктивности реактивное. Косвенно это проявляется в виде сдвига фаз между током и напряжением в цепи, состоящей из этих элементов. Если цепь состоит из активных сопротивлений, то ток и напряжение совпадают по фазе. Если в цепи есть активное и реактивное сопротивление, то ток и напряжение при близкой величине сопротивлений элементов цепи не совпадают по фазе. Вот как выглядит цепь из конденсатора и резистора в программе KTechlab:

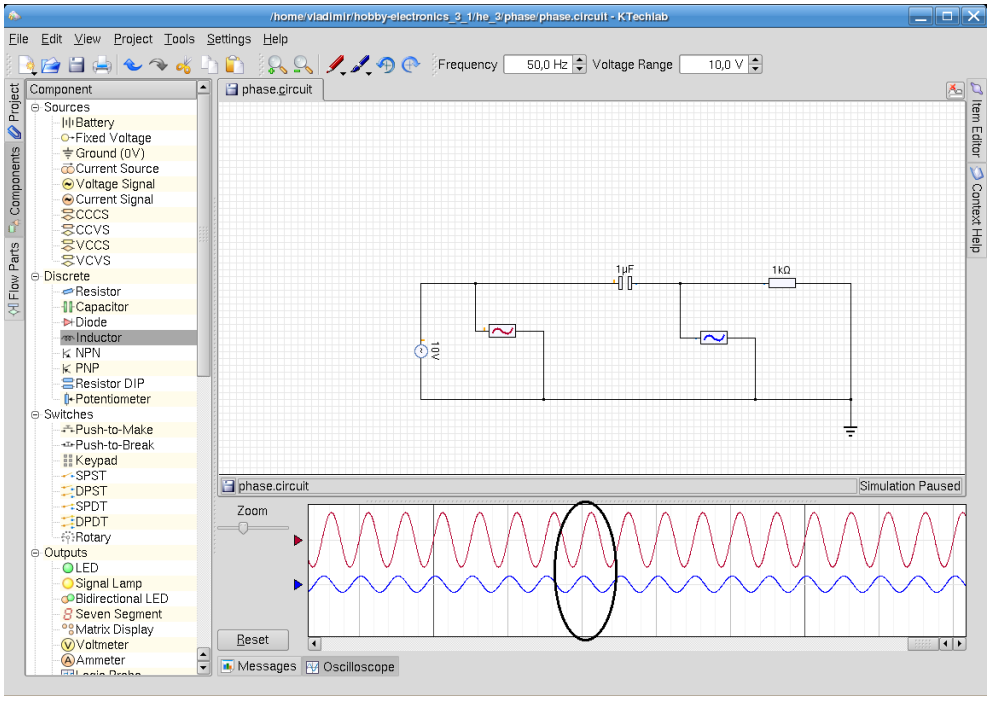


Рис. 1.39. К вопросу о сдвиге фаз

Напряжение на резисторе отображает состояние тока через резистор, поскольку по закону Ома оно равно произведению тока на сопротивление, а для переменного тока это справедливо для каждого момента времени.

Сравнивая осциллограммы на рисунках в отмеченных местах, можно заметить, что напряжение на резисторе (нижний сигнал) и на генераторе не совпадают по фазе. Если заменить конденсатор резистором, то получится следующее:

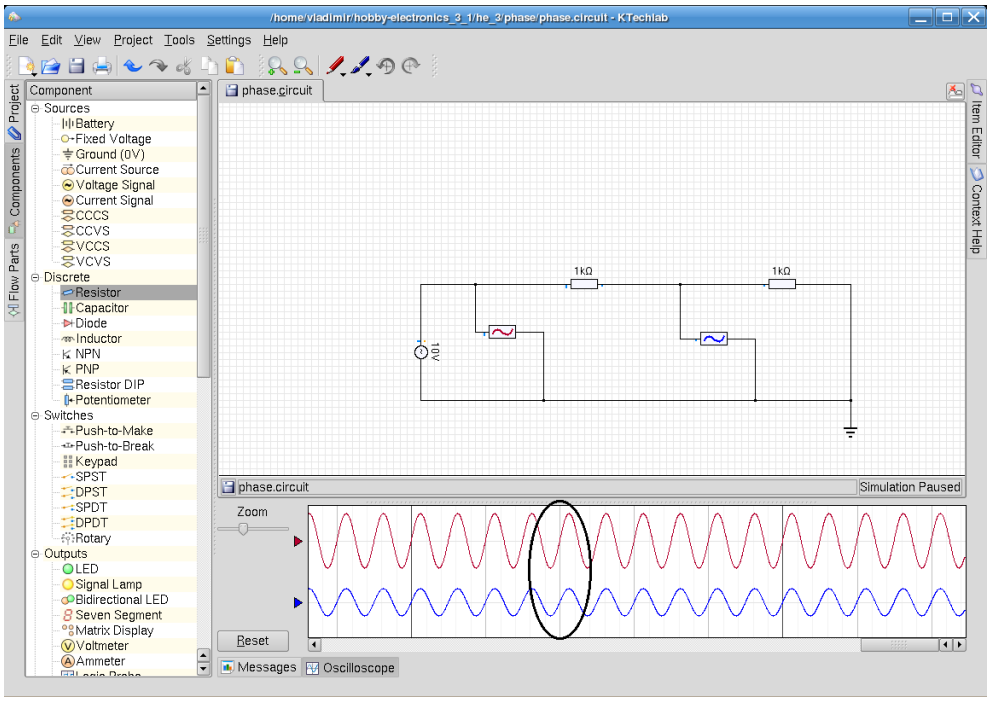


Рис. 1.40. Отсутствие сдвига фаз в цепи с активными элементами

gEDA в Linux

Вот, как определяются программы EDA в википедии (Интернет-энциклопедия Wiki):

«EDA (Electronic Design Automation — Автоматизация Проектирования Электроники) — программное обеспечение для облегчения разработки электронных устройств, создания микросхем и печатных плат.

EDA может иметь возможность симуляции разрабатываемого устройства и исследования его работы до того, как оно будет воплощено в «железе».

Одной из первых программ разработки электрических схем для Linux, которую я некогда нашел, была программа gEDA. Программа, если я не ошибаюсь, даже входила в дистрибутив ASPLinux9.2. Заглянув на сайт производителя, я скачал последнюю версию, попробовал и несколько разочаровался. Если профессионалов это и устроит, то любителям, как мне кажется, не слишком придется по вкусу. Почему? Вот один из вопросов (и ответ на него) в FAQ, который внесет ясность:

«Isn't there a nice graphical (schematic capture) front end so I can just place components and press a "simulate" button?

No. The best you can do is use GSpiceUI.

Есть ли удобное графическое (в редакторе схем) средство, чтобы я мог после размещения компонентов только нажать клавишу «симулировать»?

Нет, лучшее, что вы можете сделать – использовать GspiceUI (графический интерфейс для команд симулятора)».

Oregano

Выше я говорил о неудачной попытке запуска программы. Проблема, которая сразу бросилась в глаза, квадратики вместо букв, связана, я думаю, с кодировкой. По умолчанию я использую кодировку UTF-8 (современная тенденция).

Чтобы проверить это, я устанавливаю версию Oregano, не требующую замены библиотек, на компьютере с Mandrake Linux, где кодировка (локаль) CP 1251. Проблема с отсутствием надписей пропадает:

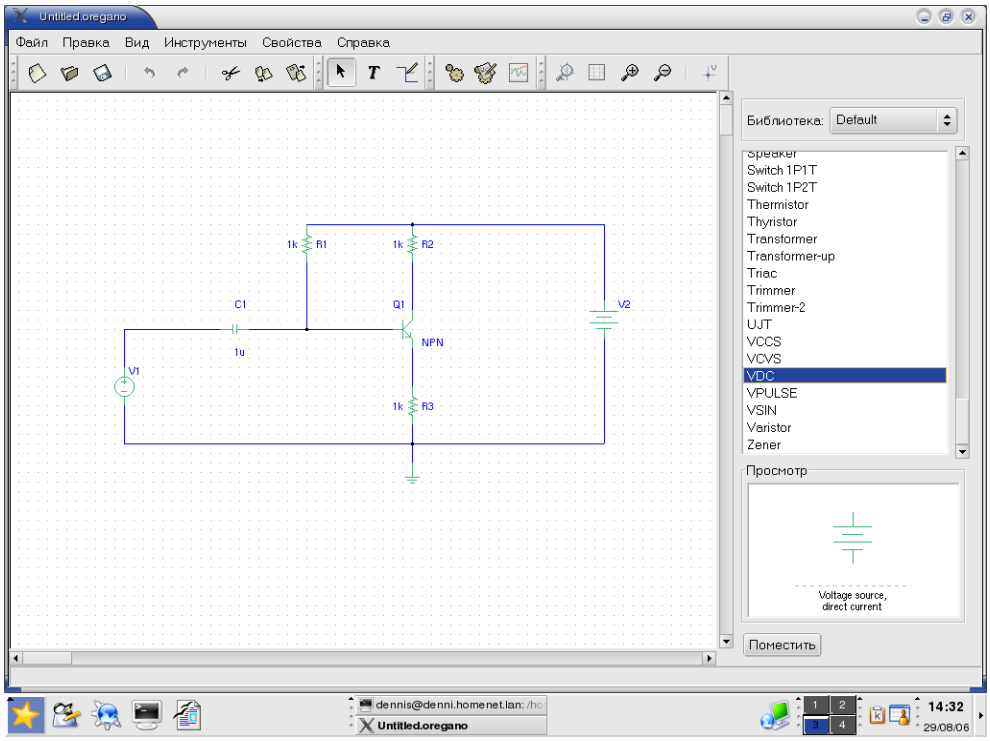


Рис. 1.41. Программа Oregano на платформе с локалью CP 1251

Для работы симулятора требуется поставить программу Space3, и библиотеку libreadline. После их установки работает и симуляция:

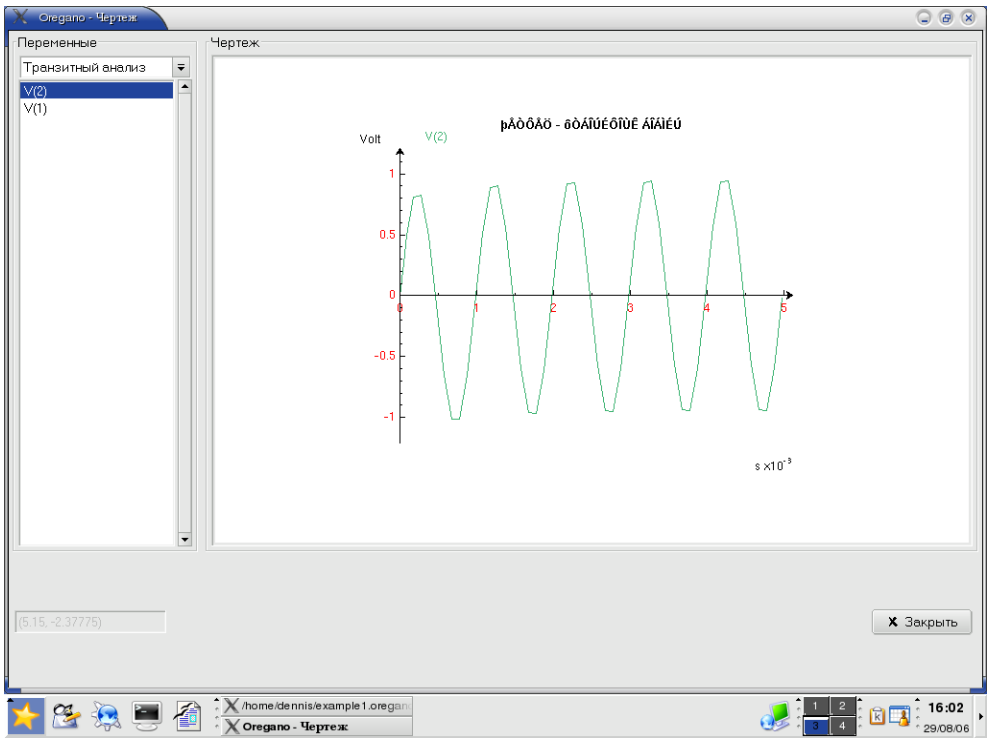


Рис. 1.42. Симуляция в программе Oregano

Если не считать таинственной надписи над осциллограммой, то теперь все работает. Мне не хочется менять локаль на своем компьютере, так что я не буду обращать внимание на те особенности, которые возникают. Кстати, я пытался поставить более позднюю версию, но опять возникает проблема общих библиотек. Сейчас попробую поставить последнюю версию из исходных файлов (не думаю, что это получится), а затем продолжу рассказ об этой программе.

Это и не получается из-за расхождения с общими библиотеками. Итак. После установки Spice с программой Oregano можно работать. Правое окно отображает содержимое библиотек компонентов, которые можно устанавливать в окно редактора схемы, нажимая клавишу **Поместить**, а затем размещая компонент с помощью курсора и левой клавиши мышки. Проблему с отсутствием отображения названий элементов (пока) я решил для себя, используя предварительный просмотр перед печатью (меню **Файл**, подменю **Просмотр печати**). Схема приобретает нормальный вид:

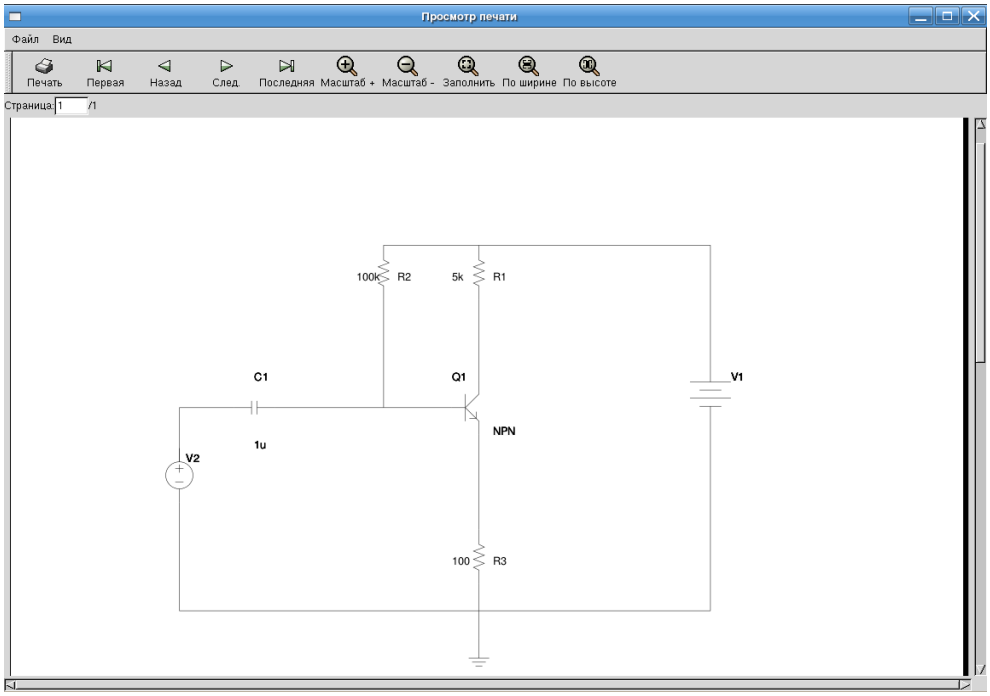


Рис. 1.43. Окно предварительного просмотра в программе Oregano

Я еще раз хочу подчеркнуть: без дополнительных настроек и перестроек библиотек я работаю с очень ранней версией программы, поэтому тот факт, что попытка использовать микросхемы из библиотеки приводит к неработоспособности симуляции из-за отсутствия модели, еще не означает, что не будут работать более поздние версии. Если исключить эти досадные «мелочи жизни», то можно достаточно комфортно работать с программой. Например, даже для меня со старой версией программы доступно многое из мира «резисторов-транзисторов».

Qucs

Завершить же эту экскурсию в прошлое я хочу одним банальным, но для меня интересным экспериментом. Еще со студенческих времен, если я ничего не путаю, я запомнил, что в трехфазной сети при одинаковой нагрузке на фазы ток через нулевой провод не протекает. Я помню векторную диаграмму, которая это хорошо доказывает, но мне ни разу не приходилось измерять этого. Не довелось.

Интересно, что мне покажет какая-нибудь из программ в этом эксперименте.

Для начала запустим в Linux программу Qucs:

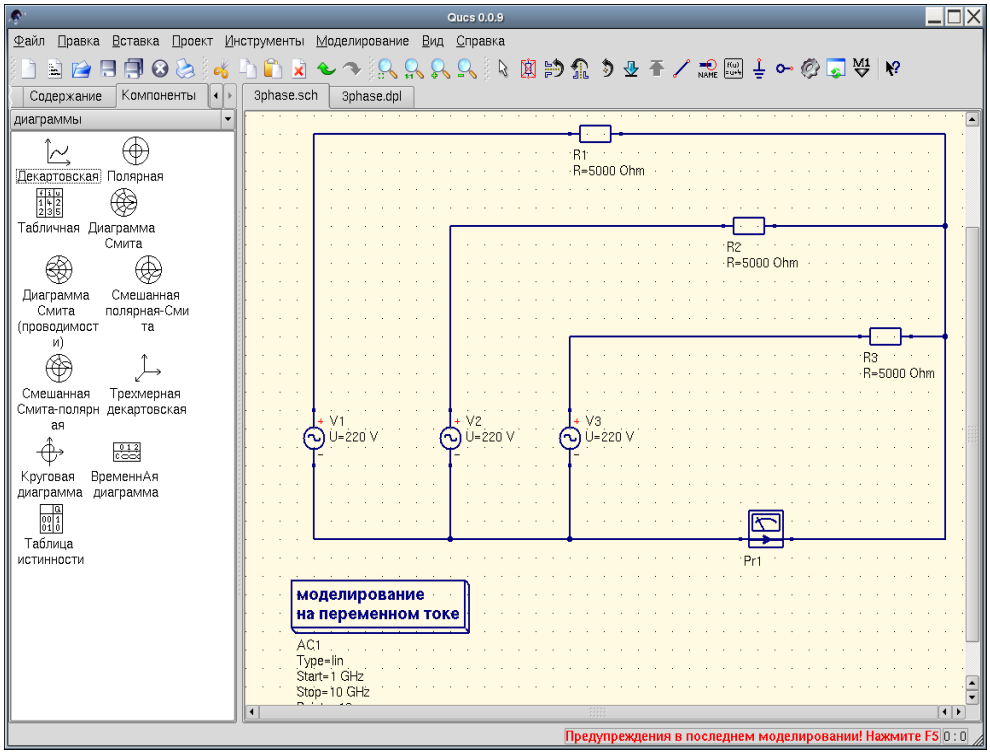


Рис. 1.44. Измерение в трехфазной сети при равных нагрузках

А теперь посмотрим, что покажет моделирование схемы:

acfrequency	Pr1.i
1e9	6.94e-18-j6.94e-18
1.5e9	6.94e-18-j6.94e-18
2e9	6.94e-18-j6.94e-18
2.5e9	6.94e-18-j6.94e-18
3e9	6.94e-18-j6.94e-18
3.5e9	6.94e-18-j6.94e-18
4e9	6.94e-18-j6.94e-18
4.5e9	6.94e-18-j6.94e-18
5e9	6.94e-18-j6.94e-18
5.5e9	6.94e-18-j6.94e-18

Рис. 1.45. Результаты измерения в трехфазной сети

Как мне и запомнилось, ток в общем (нулевом) проводе, если отбросить комплексный характер отображения результатов измерения, если перевести на обычный язык, составляет столь малую величину, что реально включенный в нулевой провод амперметр переменного тока, скорее всего, не отклонился бы от нуля, поскольку модель показывает значение с показателем степени -18. Калькулятор при попытке вычислить это значение показывает откровенный нуль.

Гвоздь в Интернете

Год назад, когда строители делали ремонт в квартире, я уговаривал их не повредить кабель, которым компьютер подключен к Интернету. Они соглашались, делали вид, что внимательно относятся к этой проблеме, но закончилось все, как это выяснилось через год, гвоздем в кабеле.

Внешне повреждение выглядело так, как будто кабель не подключен к коммутатору провайдера. Но специалист, которого я вызывал, не обнаружил этого. Появилось предположение, что кабель поврежден, но единственное, чем мог мне помочь провайдер – это заменить кабель полностью, что не устраивало меня, поскольку тянуть его предстояло по всей квартире. Пришлось мне самому разбираться с повреждением, что

навело меня на мысль обсудить, конечно, с помощью программ EDA, вопрос об отыскании повреждения в компьютерном кабеле. У меня это кабель UTP CAT5. Что означает, несколько витых пар без экрана с достаточно толстыми жилами.

Первое, что припоминается, это то, как я видел однажды «прозвонку» такого кабеля специалистами. На одном конце кабеля была подключена коробочка с разъемом и светодиодами и надписью «Master», на другом похожая коробочка с надписью «Slave». Когда устройство включалось, светодиоды по очереди загорались, что, надо полагать, свидетельствовало о правильной распайке кабеля.

Рассмотрим, что можно сделать, для изготовления такого устройства. Пожалуй, можно использовать десятичный счетчик (выводы активизируются в порядке от 1 до 10), тактовый генератор с секундным периодом (например, на таймере 555) и светодиоды, установленные в двух коробочках, разделенных кабелем с витыми парами (в программе Ktechlab):

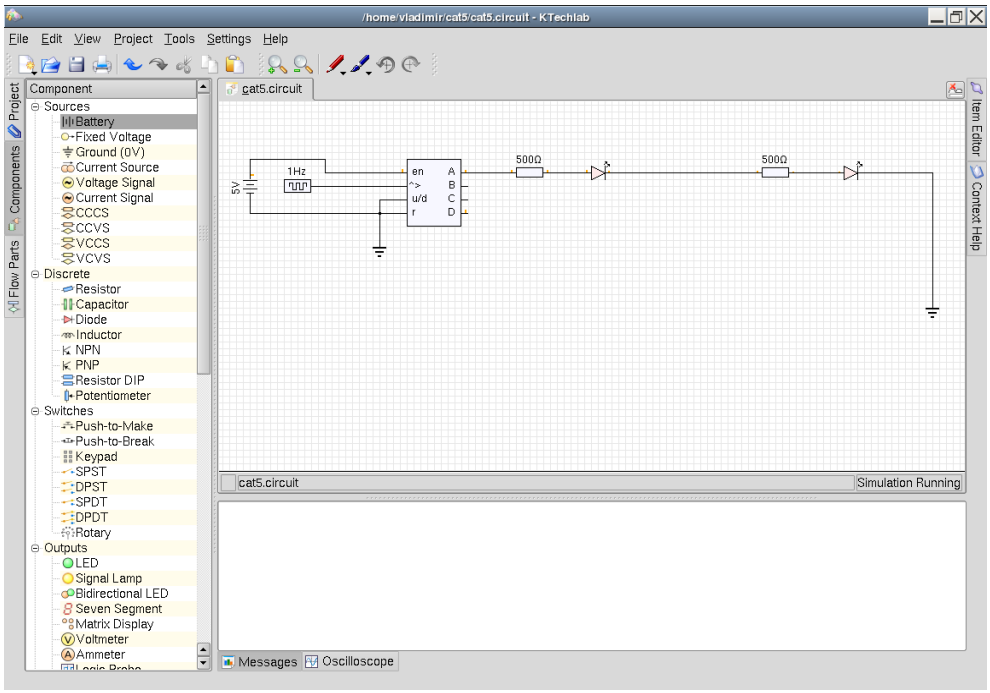


Рис. 1.46. «Прозвонка» компьютерного кабеля в KTechlab

На рисунке это плохо видно, но при запуске режима моделирования светодиоды розовеют. Первоначально решив, что так «и положено», я, «подумав над непродуманным решением», меняю значение резисторов с 500 Ом на 100 Ом. В реальной схеме при напряжении питания 5 В ток через светодиоды будет порядка 1 мА. При таком токе реальные светодиоды будут светиться очень слабо. Что же теперь покажет программа KTechlab?

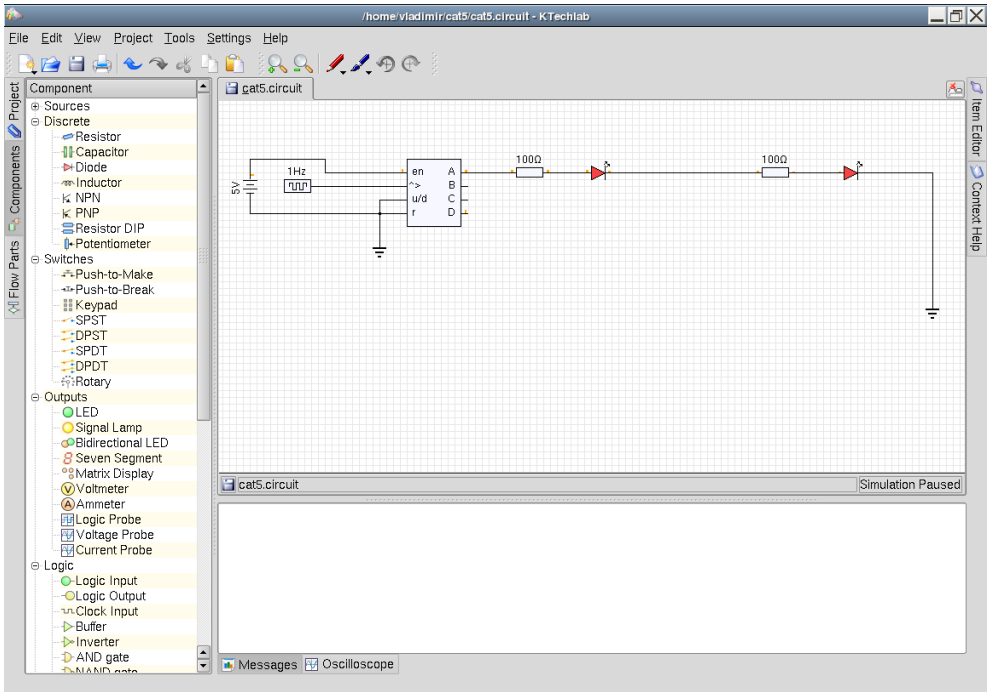


Рис. 1.47. Изменения после замены резисторов в программе KTechlab

Вот как полезно, оказывается, подумать. И как же «здорово» работает программа. У меня появляется тихое чувство влюбленности в эту программу.

Но вернемся к ошибкам. Первое, схема при таком построении нуждается в дополнительном проводе, поскольку я соединил все общим проводом (земля). Конечно, можно использовать, если он есть под рукой, провод заземления. А если его нет?

Попробую обойти эту проблему, несколько изменив схему. Не знаю, будет ли это работать, но попробовать стоит. Сущность идеи в том, чтобы использовать «заземленные» выводы микросхемы, которые не активны в момент активизации одного из выводов. Кстати, сейчас я провожу эксперимент, используя двоичный счетчик. На данном этапе это не имеет обсобого значения. Тем более, что пока я размышлял о необходимых изменениях, я подумал, что полезно было бы представить это устройство в другой модификации, используя знакомый мне микроконтроллер PIC16F628A. Но это чуть позже. А сейчас внесем изменения и проверим работу идеи:

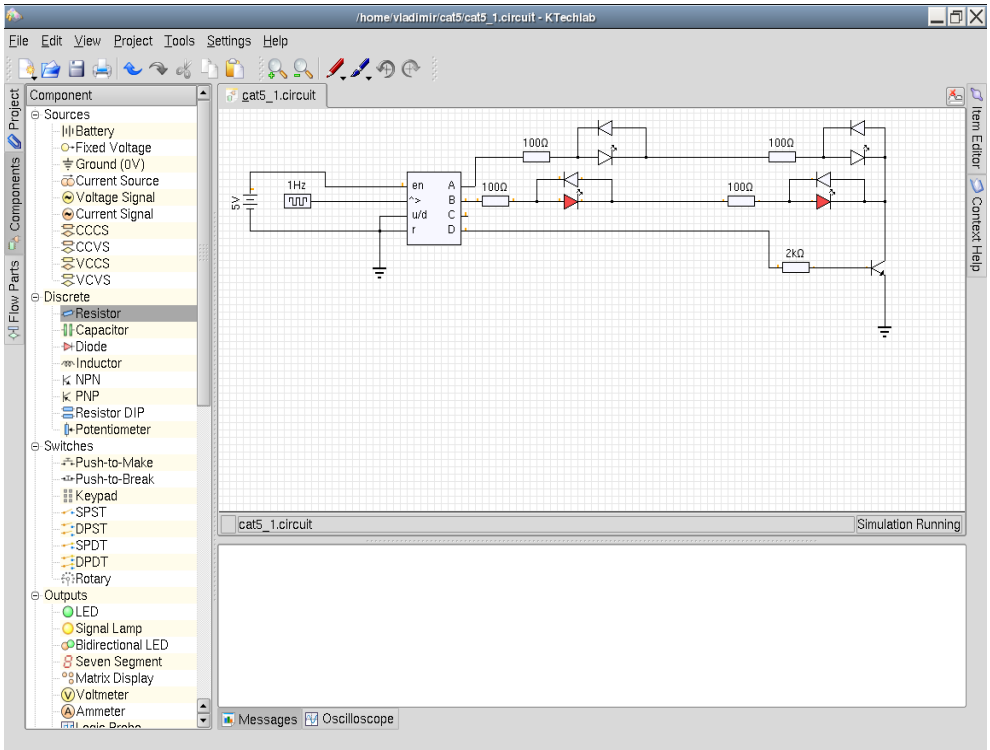


Рис. 1.48. Проблема лишнего провода

Я не знаю, какая модель двоичного счетчика используется программой, поэтому добавил в схему транзистор. Такое решение достаточно хорошо оберегает микросхему от возможных повреждений. Похоже, что схема будет работать. Но проверим это еще раз, используя микросхему К561ИЕ8 (4017):

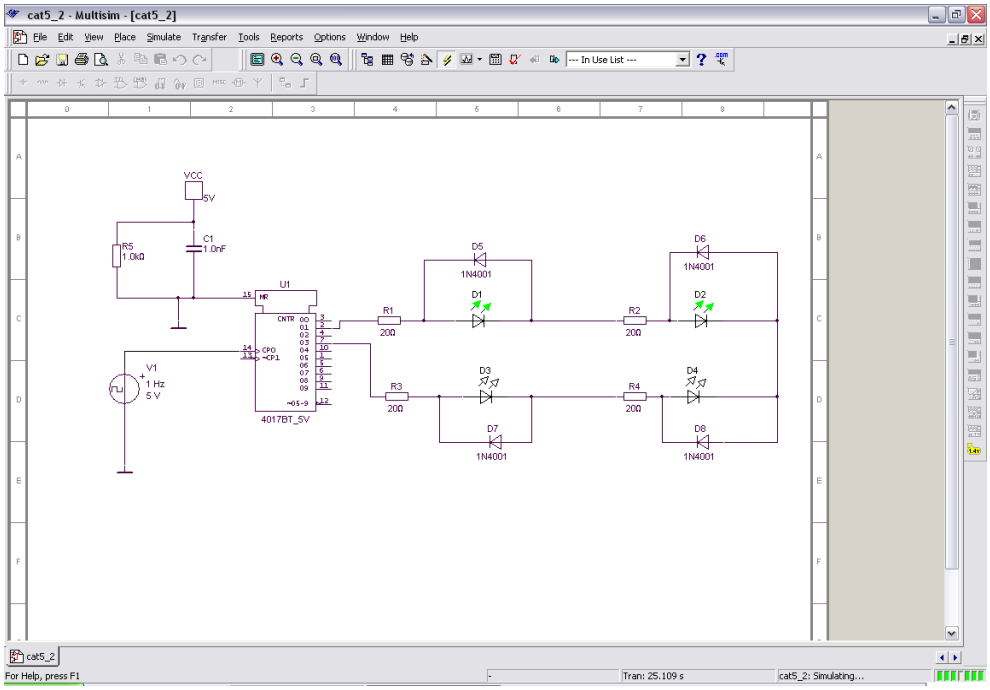


Рис. 1.49. Проверка простого кабельного тестера в Multisim

Схема нарисована для одной пары, но пока это, действительно, похоже на правильную работу. Загорается только цепочка светодиодов, принадлежащая одному проводу кабеля. Таким образом, разместив в одну коробку, которую можно назвать «Master», источник питания (батарейку на 9 В), тактовый генератор, счетчик, светодиоды с соответствующими диодами и резисторами, а в другую коробку только светодиоды, диоды и резисторы (в данном случае D2, D4, D6, D8, R2 и R4) мы получим то, что хотели. Я думаю, что

такое решение, даже с применением тактового генератора на микросхеме таймера 555, или отечественного его аналога КР1006ВИ1, получится самым дешевым. Но не самым «изящным». Что я имею в виду? Возможность применения контроллера, например, PIC16F628 (думаю, и другие контроллеры могут работать не менее успешно, но я немного знаком с этим, и мне он очень симпатичен).

Трудно ли модифицировать схему для использования микроконтроллера? Если с программой KTechlab, то нет. Посмотрите, как просто программируется контроллер в этой чудесной программе:

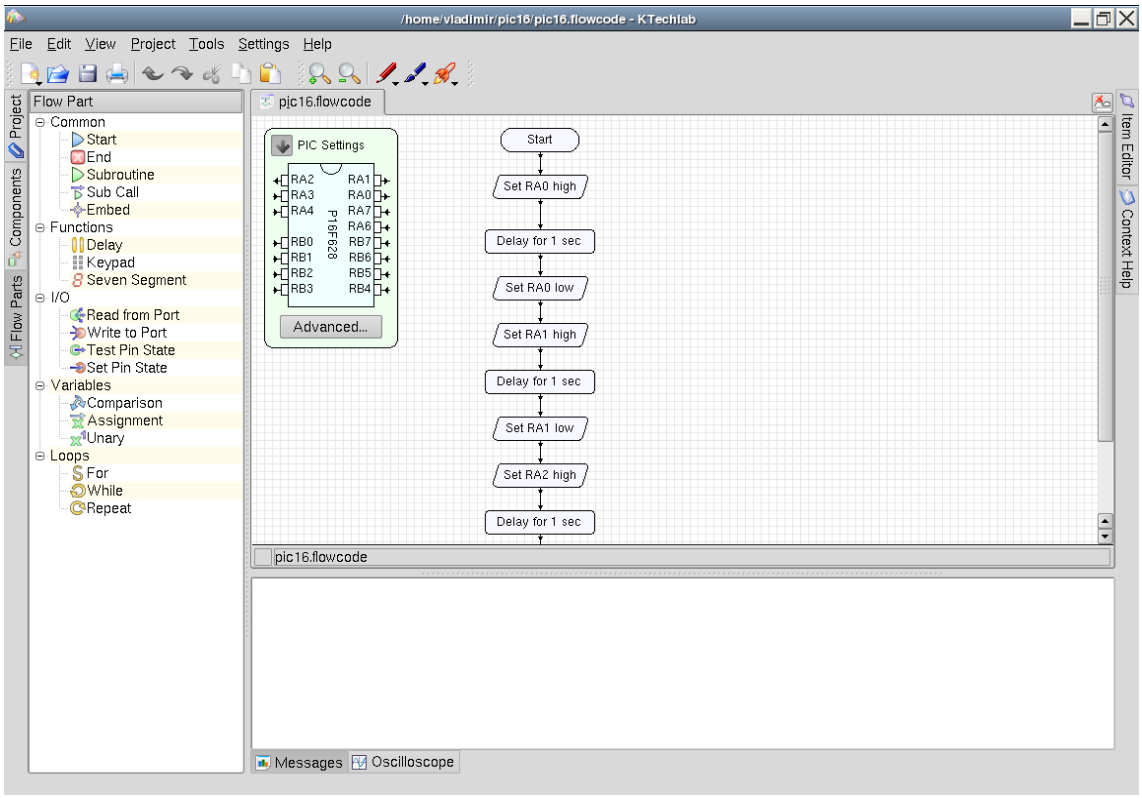


Рис. 1.50. Программирование контроллера в программе KTechlab

Необходимый код набирается из готовых блоков, которые выглядят достаточно просто: установить вывод1 порта А в высокое состояние, подождать 1 секунду, установить вывод 1 порта А в низкое состояние, установить вывод 2 порта А в высокое состояние, подождать 1 секунду, установить вывод 2 порта А в низкое состояние, и т. д. Собрав с помощью готовых блоков свою программу, ее можно компилировать, получив ассемблерный код и код для загрузки в программатор. Всё. Всё-всё. Вам осталось запрограммировать микросхему и использовать ее. Конечно светодиоды, диоды и резисторы остаются, но сердце устройства – его схема укрыты в одной микросхеме.

Вы можете создать печатную плату (хотя бы на бумаге, с нею легче будет спаять схему), а в программе KiCAD и посмотреть трехмерный вид платы, который будет выглядеть примерно так:

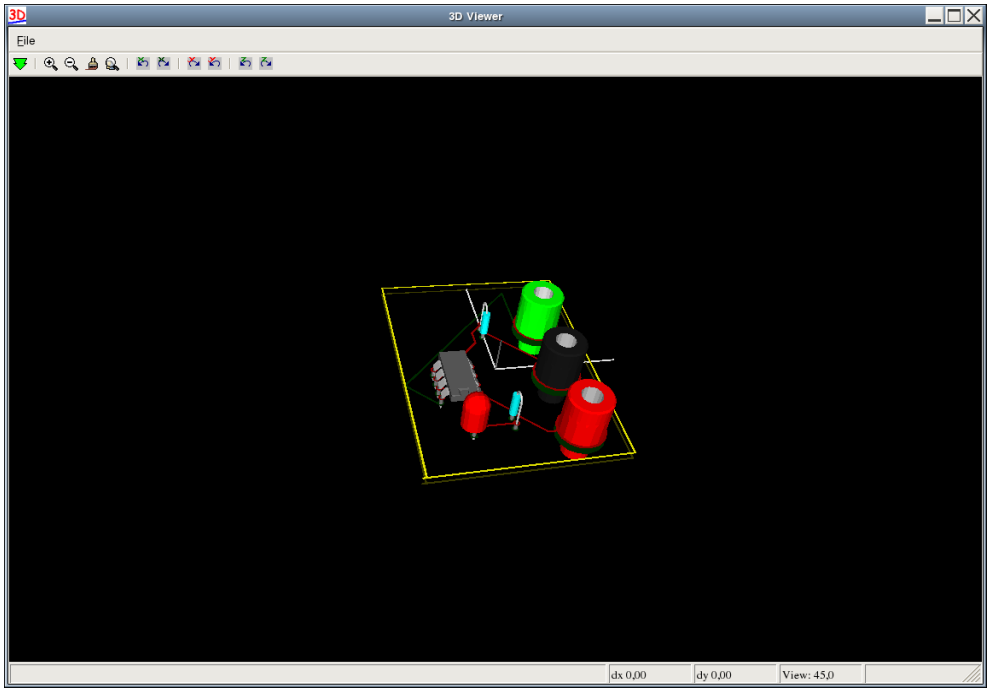


Рис. 1.51. 3D вид платы в программе KiCAD

Окрыленный возможностями этих прекрасных программ, я подумываю о создании более интересного тестера для проверки кабеля UTP.

Дело в том, что после ухода специалиста мне пришлось саму выяснять, что произошло с кабелем, и как с этой бедой бороться. Мне очень повезло, что кабель не был перебит, но одна из двух пар кабеля (лучше бы это был кабель с 4 витыми парами) была закорочена гвоздем. Вспомнив все, что приходилось читать и слышать о кабельных повреждениях, я вначале постарался улучшить состояние короткого замыкания. Для этой цели я подключил к закороченной паре источник напряжения с защитой от короткого замыкания, срабатывающей через секунду, а затем стал с помощью мультиметра проводить новые измерения поврежденной пары. После того, как сопротивление в месте пробоя уменьшилось до долей ома, измерение сопротивления с одной и с другой стороны закороченной пары дает два значения, которые позволяют рассчитать расстояние до места повреждения. Я ошибся на 4 см, но этого было достаточно, чтобы исправить кабель, не слишком испортив недавно отремонтированную квартиру. При этом возникло два момента – что если бы характер повреждения был иной, я имею в виду обрыв кабеля? И второй – при восстановлении кабеля мне пришлось сделать «скрутки» на кабеле. И хотя Интернет заработал, но оказалось, что скорость его работы чуть выше модемной. Было обрадовавшись, что кабель восстановлен, я крайне огорчился тем, что скорость работы упала до 30 Кбит/сек. Поскольку я привык доверять специалистам, я стал консультироваться с ними по этому вопросу, стал искать советы «бывалых» в Интернете. В основном советы были ясными – кабель со скрутками можно сразу выбрасывать.

Появление проблемы навело меня на мысль – не помогут ли чудесные программы EDA моделировать ситуацию со скрутками витой пары? И хорошо бы ответить на вопрос, действительно ли скорость кабеля будет столь плохой?

Можно было бы в дальнейшем разработать несложный прибор для отыскания места повреждения кабеля (если это получится), и провести ряд экспериментов в программах EDA с целью выяснить, как влияет скрутка проводов на качество работы витой пары. Что-то мнение «знатоков» вызывает у меня сомнения. И причина этого проста – с моим скрученным кабелем, потратив еще некоторое время на выявление проблемы, я сейчас имею скорость работы до 6 Мбит/сек (против 30 Кбит/сек)! Возможно, когда-нибудь я этим займусь, а сейчас вернусь к прерванной работе по подготовке материала для будущей книги: к конспектированию (переводу) руководств к программам EDA.

Глава 2. Что делать, если нет выбора? Xlab, Windows

У меня есть только Xlab. Там все на каком-то языке, и ничего не понятно…

Я подключен к Интернету, где могу «скачать» демо-версии или бесплатные программы. Перед тем, как начать писать книгу, я сделал запас бесплатных программ для платформ Windows и Linux. С некоторыми из них мне так и не удалось справиться. Я уже упоминал программу Xlab, которая не захотела работать при написании обзорной главы. Чтобы выяснить, плоха ли программа, или я совсем плох, я вернулся к программе с того места, где закончил знакомство с ней в прошлый раз – с рекомендации загрузить новую версию.

Сайта, на который ссылается программа, на месте не оказалось, и попытки отыскать новую версию программы успехом не увенчались. Естественно, я решил вычеркнуть программу из плана, сказав себе – на нет и суда нет!

Но что делать тем, у кого нет доступа в Интернет, кто обзавелся этой свободно распространяемой программой, купив ее на диске? Покупая диски с программами, далеко не знаешь, что ты покупаешь, и, если программа не работает, ты вынужден искать другую. Конечно, когда покупаешь лицензированную коммерческую версию программы, ты обеспечен документацией, технической поддержкой. Но это стоит очень дорого. Что же делать? Попытаться разобраться, действительно ли все настолько плохо.

Я возвращаюсь к программе Xlab на то же место, где прервался при написании обзорной главы. То, что симуляция работает со схемой, взятой из примеров, дает основания полагать, что не все так окончательно и бесповоротно плохо. Вначале я откажусь от сложной схемы, выбрав что-нибудь простое, которое и назову prosto:

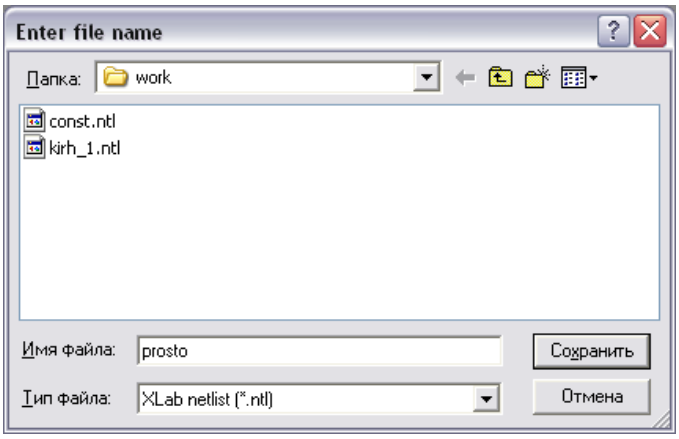


Рис.2.1. Окно диалога создания нового файла в программе Xlab

Я совсем не знаю польского языка, но часть названий в меню на английском. Нажав клавишу **Сохранить**, я попадаю, как мне думается, в рабочее окно редактора схем. Что-то из основного меню понятно (англоязычная часть названий), о чем-то можно догадаться: например, пункт меню **Wstaw,** скорее всего означает вставку объектов. Есть еще и иконки на инструментальной панели меню. Для начала работы достаточно. Ориентируясь на значок источника переменного напряжения, который мне знаком по другим программам, я переношу его в окно редактора, щелкнув по иконке левой клавишей мышки, повторно щелкнув на рабочем поле, и еще раз щелкнув, но теперь правой клавишей мышки, чтобы показать, что мне достаточно одного источника переменного напряжения. Пока все получается. На инструментальной панели есть иконка резистора, переношу резистор, устанавливаю два резистора, а затем выбираю дважды землю. Я хочу к источнику переменного напряжения подключить делитель из двух резисторов, чтобы посмотреть сигналы на источнике напряжения и на делителе. Задача достаточно простая. Случайно щелкнув в окне редактора правой клавишей мышке на пустом месте, я обнаруживаю всплывающее меню, которое позволяет рисовать соединения (**Draw wire**), повернуть объект (**Rotate**), далее не понятная мне команда **Odbij poziomo**, удалить (**Delete**), создать новое окно редактирования (**New edit window**).

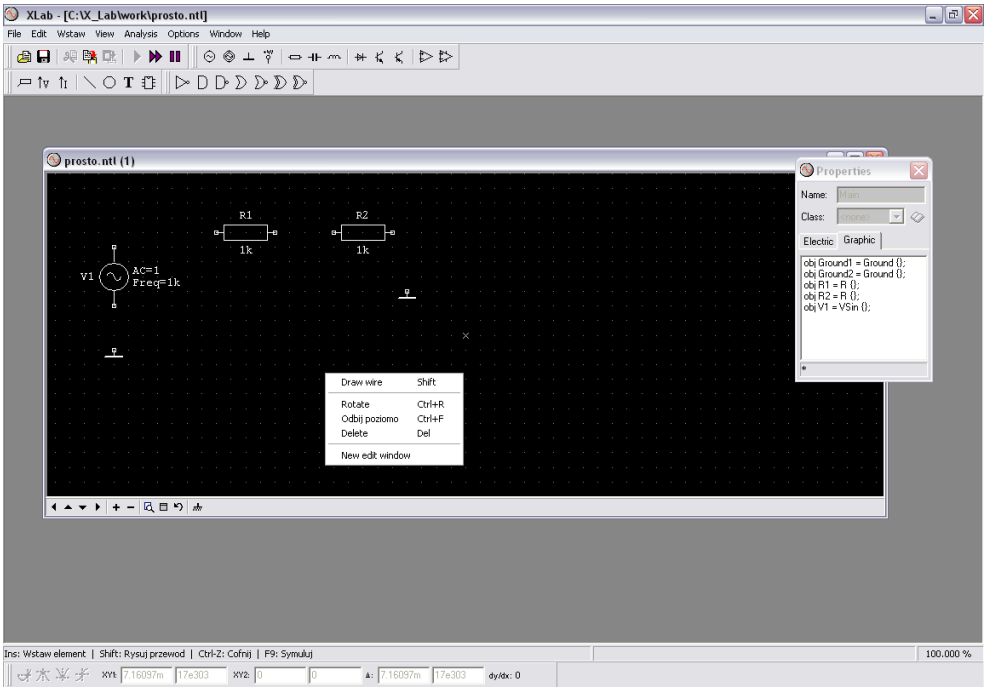


Рис.2.2. Рисуем простую схему в окне редактора Xlab

Если к элементам, имеющим площадки на концах выводов, подвести курсор, то он превращается в стилизованный паяльник, что дает мне основание думать – это инструмент соединения элементов схемы. Щелкаю левой клавишей мышки после превращения курсора в паяльник и перемещаю его к следующему элементу, где еще раз щелкаю по площадке. Все соединения удается провести без приключений (или почти без приключений). По опыту работы с другими программами я знаю, что многие из них нуждаются в установке меток в выбранных для построения графика точках. Справедливо ли это для программы Xlab я не знаю, но метку, на всякий случай, установлю. Нижняя слева иконка на инструментальном меню дает подсказку: **Nazwa wkzia**. Подсказка мне мало что говорит, хотя я перевел бы ее как «указать название», но рисунок иконки похож на метку, щелкаю по этой клавише панели инструментов и перемещаюсь на рабочее поле чертежа; за курсором следует прямоугольник со знаком вопроса и линией выноса. Щелкаю на линии соединения источника V1 с резистором R1. Прямоугольник со знаком вопроса остается на линии, но я не знаю, как задать метку. Удаляю метку «неудачи» и пробую щелкнуть по площадке элемента V1. Другое дело, знак вопроса сменяется именем метки. На радостях ставлю вторую метку на резистор R1, там, где он соединяется с R2, в итоге получая следующее:

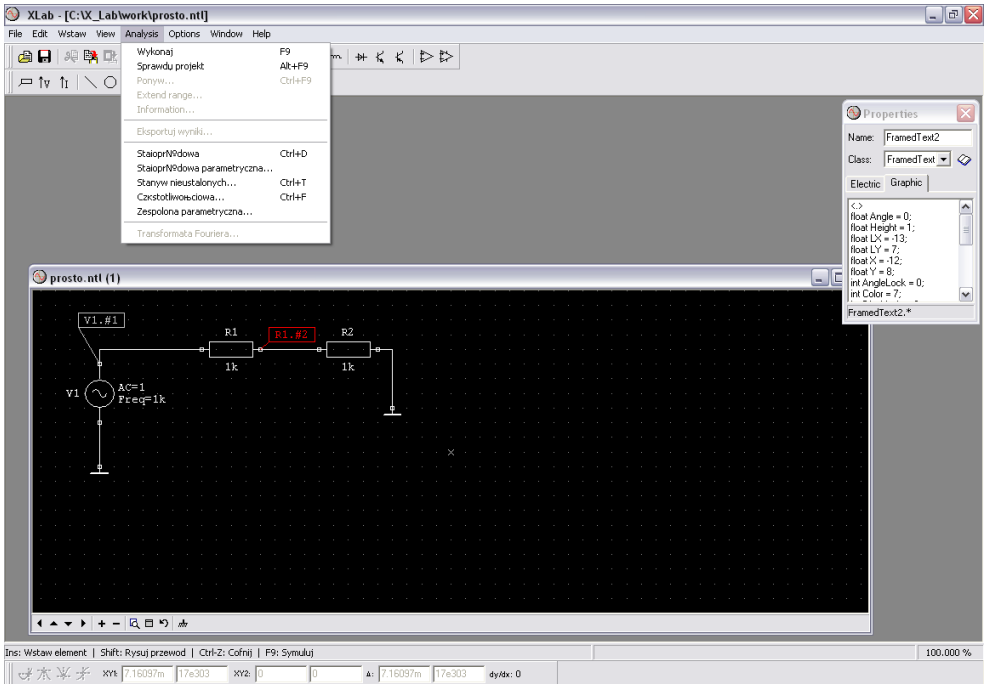


Рис.2.3. Расставляем метки на схеме в редакторе Xlab и запускаем симулятор

Пока все идет достаточно гладко. Но в меню **Analysis** (Анализ) все по-польски. Пробую первую строку, **Wykonaj**, что для себя перевожу как **Выполняй**, но ничего не происходит. Следующий пункт меню выводит сообщение о том, что все хорошо и цепь готова к анализу. Вероятно, это пункт проверки правильности соединений. Следующий активный пункт относится к информации о схеме, затем, насколько я понял, следует добавление формул к схеме, а следом идет **Parametric DC sweep**, как это следует из надписи окна диалога. Сейчас мне не нужно получать результаты проверки в режиме «качания» параметра, поэтому я нажимаю следующий за ним пункт меню.

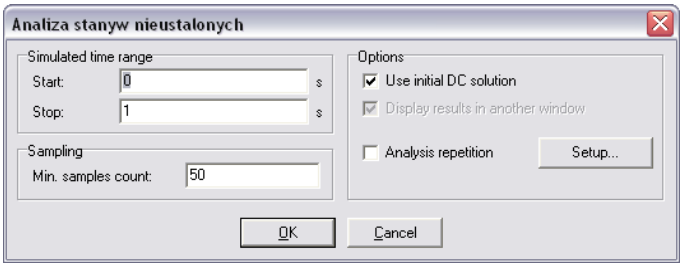


Рис.2.4. Диалоговое окно режима работы симулятора Xlab

К сожалению, название окна диалога ничего не проясняет. Можно предположить, что это анализ переходных процессов, на что косвенно указывает опция Use initial DC solution (Использовать метод начальных параметров на постоянном токе). Тогда следует попробовать подставить в окошко Stop: значение 10m, а в окошке Sampling увеличить значение до 500, и нажать клавишу **OK**:

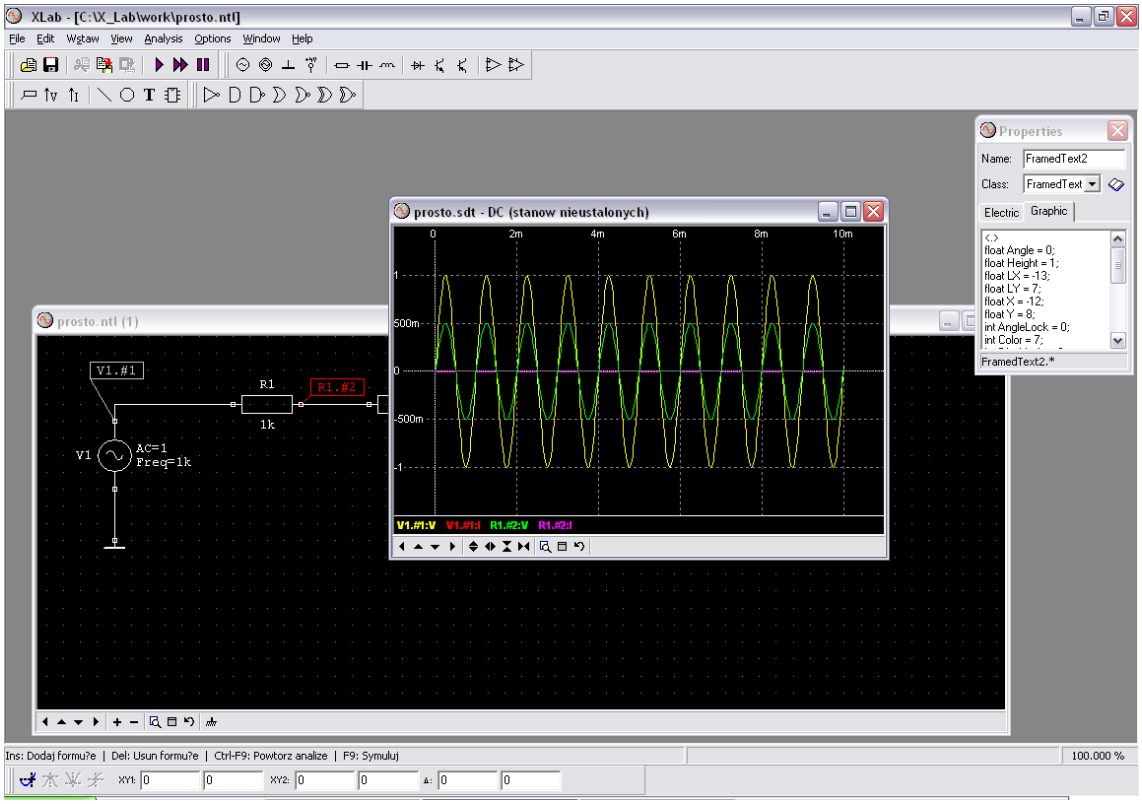


Рис.2.5. Первая удачная попытка симуляции в программе Xlab

Окрыленный первым успехом я решаю усложнить схему. В размышлениях о «чтобы такое нарисовать», я вспоминаю ту схему, моделирование которой не получилось при написании обзорной главы. Схема усилительного каскада на транзисторе достаточно проста в графике, достаточно ясна в работе, и при необходимости проверки программы, достаточно удобна. Я часто ее использую (если можно сказать часто о событиях, самих по себе, редких), когда знакомлюсь с программой EDA. Мало того, я почти убежден, что это хороший пример для начала работы с электроникой. Схема однокаскадного усилителя позволяет увидеть на практике и закон Ома, и оба закона Кирхгофа. Она знакомит с работой биполярного транзистора. И на начальном этапе освоения электроники позволяет понять, что достаточно запомнить несколько простых вещей – ток коллектора равен току базы, умноженному на коэффициент усиления транзистора по току, а ток эмиттера равен сумме токов коллектора и базы, чтобы начать освоение транзисторных схем.

После создания схемы я повторяю все вышеописанные шаги, включая установку всех опций, как показано на рисунке 2.4, и задания тех же параметров, что и там. Запуск симулятора в том же пункте меню приводит к результату:

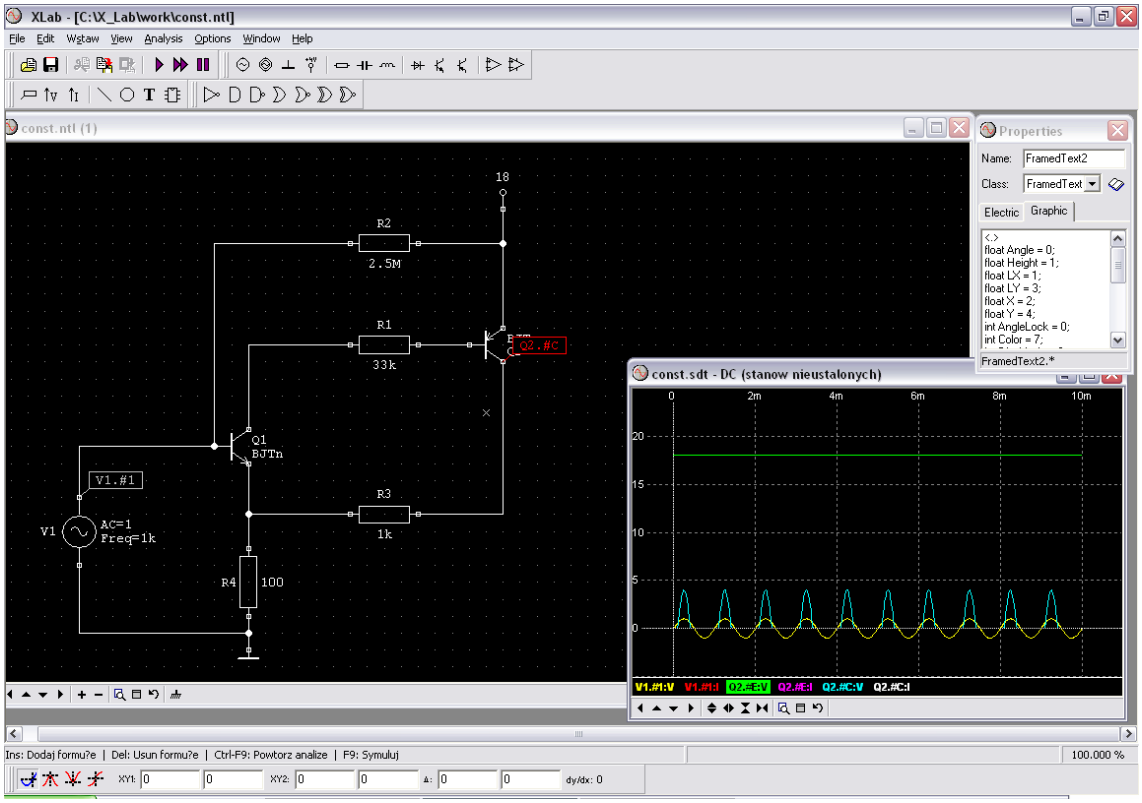


Рис.2.6. Симуляция схемы, показанной в главе обзора

Сама схема «немножко не работает», но это дело наживное, а хорошо, что программа работает. Добавление конденсатора между источником переменного напряжения V1 и базой транзистора Q1 дает положительный результат. При этом я делаю для себя маленькое открытие – если поместить курсор, например, на резистор R2, курсор превращается из крестика «прицела» в стрелку «указателя». Щелчок левой клавишей мышки выделяет объект. Теперь его можно перетащить мышкой в новое место, мне этого очень не хватало в какой-то момент. А если указатель поместить на значение величины резистора, то после двойного щелчка открывается диалоговое окно изменения параметра:

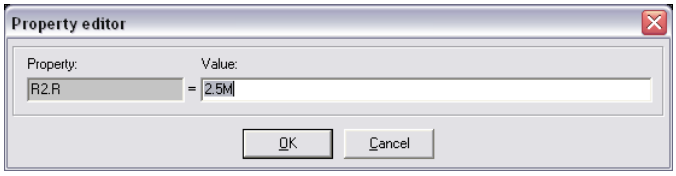


Рис.2.7. Диалоговое окно изменения величины сопротивления

Теперь я чувствую себя гораздо уверенней в работе с программой. На графическом экране есть горизонтальная полоса на уровне 18 вольт – след метки, первоначально ошибочно поставленной мной на эмиттер транзистора Q2. Постараюсь избавиться от нее. Для начала попробую повторить то, что сделал с резистором – дважды щелкнуть по метке Q2.#E:V в окне графического вывода. В результате открывается новое окно диалога:

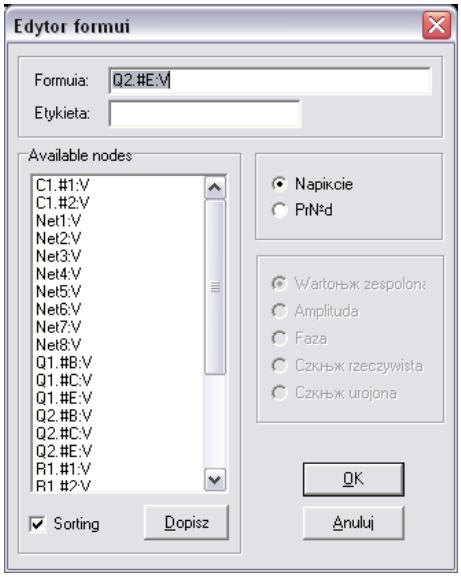


Рис.2.8. Диалоговое окно редактора формул

Рассматривая окно редактора, я делаю еще одно маленькое открытие. Надпись **Etykieta** я понимаю как **Этикетка** и вписываю туда «Напряжение питания». При работе со схемами, как правило, не обращаешь внимания на то, с какими метками выводятся результаты. Но если приходится позже возвращаться к этой работе, или появляется желание поделиться с кем-нибудь удачным результатом, эти мелочи могут стать определяющими. Многие программы могут показывать на схеме параметры анализа. С одной стороны это загромождает схему, с другой стороны повторение проверки с неверными параметрами приводит к большим затруднениям в понимании работы схемы, и к ошибкам в интерпретации полученных результатов. В этом смысле пренебрежение мелочами может привести к «выплескиванию ребенка вместе с водой». Очень важны хорошо обозначенные метки и при публикации схем и графиков. Все это оправдывает мое удовлетворение результатом задания метки:

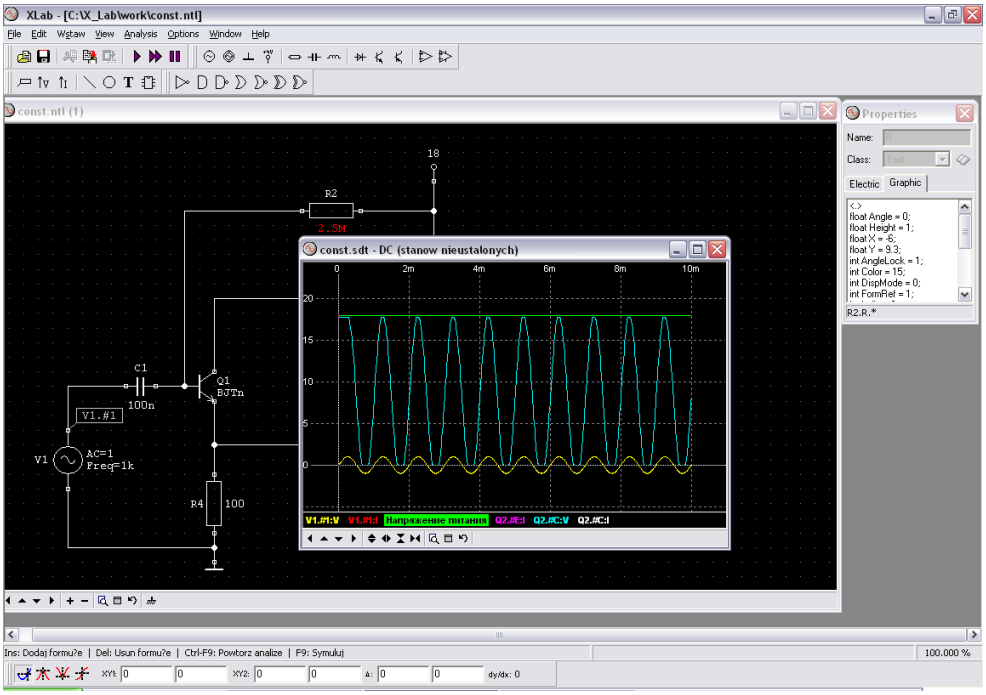


Рис.2.9. Изменения в работе со схемой в программе Xlab

Попутно отмечу, что добавление разделительного конденсатора привело к появлению сигнала на выходе схемы вполне похожего на «настоящий», если не обращать внимания на то, что снизу есть ограничение, но для его устранения следует либо уменьшить усиление каскада, либо уменьшить сигнал на входе. А как

обстоит дело с удалением ненужной кривой? Следующий эксперимент с правой клавишей мышки после установки курсора на метку ненужного графика. Щелчок дает выпадающее меню, в котором есть пункт удаления формулы (**Delete formula**). После удаления формулы лишняя прямая с диаграммы исчезает. Последний эксперимент в этой серии – изменение сопротивлений R3 и R4. Это меняет усиление каскада и смещает постоянное напряжение на коллекторе транзистора Q2. В меню, появляющемся по щелчку правой клавишей мышки в графическом окне, есть пункт добавить формулу (**Add formula…**), где можно выбрать, например, метку коллектора транзистора Q1. Если выйти из диалогового окна редактора графики (рисунок 2.8) через клавишу **Dopisz**, то появляется новый график, показывающий сигнал на коллекторе транзистора Q1. Клавиши с иконками в нижней части графического окна управляют размерами диаграммы и ее положением в окне.

Следует добавить, что пункт основного меню **Edit** имеет два режима – графический и текстовый, что еще больше расширяет возможности работы с программой:

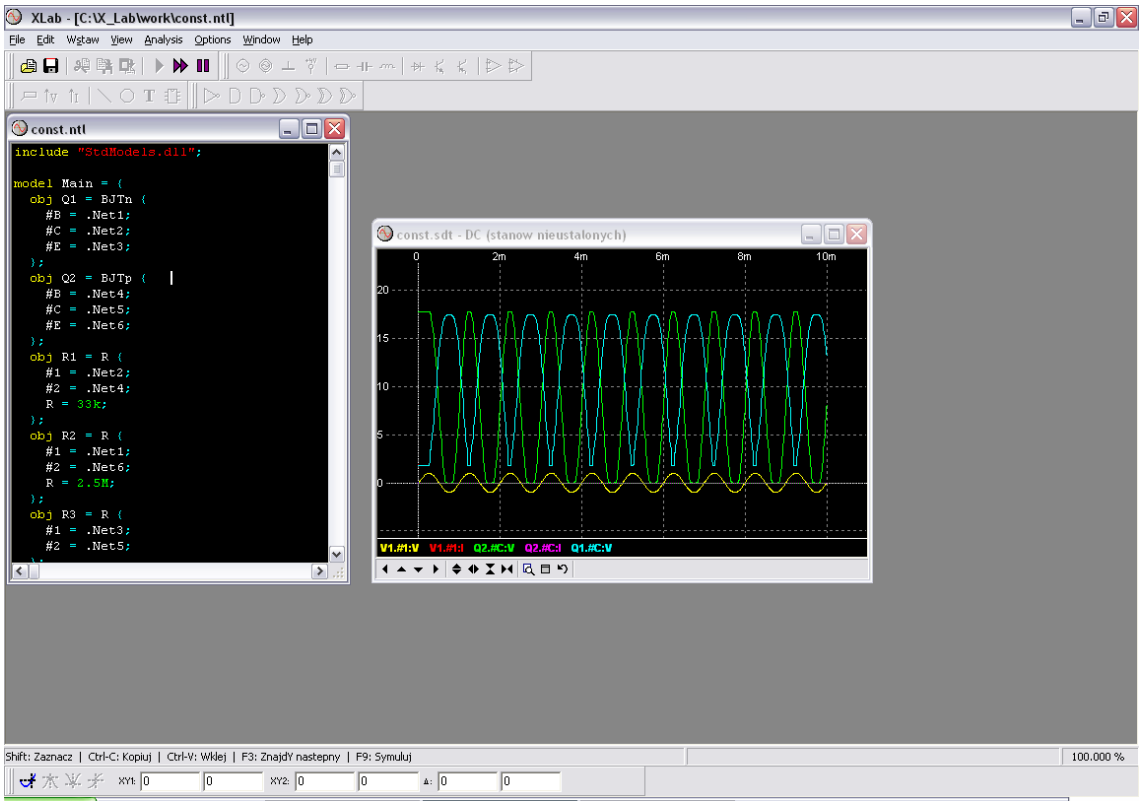


Рис.2.10. Переход к текстовому режиму работы со схемой

Попробуем развить достигнутый успех, хотя бы на уровне разборки основного меню программы. Как правило, этого бывает достаточно для начала работы с любой программой. Есть программы, инструментальная панель которых дополняет основное меню, но базовые операции, насколько я знаю, все разработчики интерфейса программы закладывают в основное меню. Имея набор базовых операций можно начинать работу с программой. Из личного опыта я знаю, что этими операциями подчас и ограничиваешься. Безусловно, если тебе приходится очень долго работать с одной единственной программой, то арсенал команд, операций пополняется по мере того, как ты попадаешь в ситуации, где тебе не хватает либо основных операций, либо времени на выполнение операций, используя только базовый набор. Тогда ты ищешь дополнительные возможности. Но если используешь программу часто, но не только ее, тебе вполне хватает базы и не хватает времени и желания на освоение всех тонкостей. Позже это может мешать тебе в работе с программой, но побороть привычки, это уже совсем непросто. Может быть это справедливо только для меня, но мне ни разу не удавалось дочитать инструкции по пользованию чем-либо до конца, если инструкция имела объем больше 10 страниц.

Я начну с первого раздела **File**:

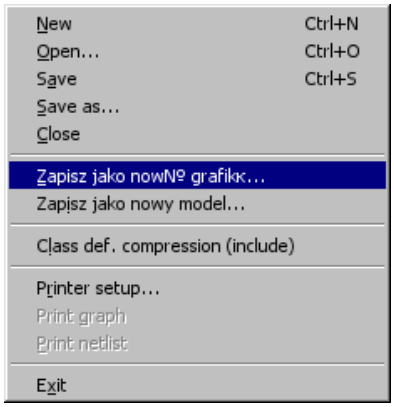


Рис. 2.11 Меню работы с файлами программы Xlab

В меню работы с файлами почти все имеет обычный вид, характерный для пользовательского интерфейса программ Windows: новый файл, открыть существующий файл, сохранить файл, сохранить файл как, закрыть файл.

Затем следует пункт, видимо, записать, как новую графику, следом – записать, как новую модель. Пока с этим рано разбираться, если вообще понадобится. А последний пункт, из разряда непонятных мне, ведет себя, как опция, и может означать добавление определений классов при сохранении файла. До этих глубин я точно не дойду.

Затем команды вывода на печать и выхода. С ними ясно, если они работают. Я работаю с программой в Linux (под эмулятором Wine), и печатать даже из текстового редактора я не пробовал очень давно – нужно поменять картридж, но я пока не решил, нужно ли мне это?

Следующий раздел меню относится к редактированию и в нем только одна непонятная надпись – **Odbrj poziomo**. Вспоминаю, что при выделении объекта в редакторе схем, нажатием на правую клавишу мышки вызывается выпадающее меню, в котором можно выбрать этот пункт. Что и проделываю. Оказывается, команда отражает объект относительно оси Y. Хотя многие программы имеют отражение и относительно оси Y, и относительно оси X, этого достаточно, если после отражения сделать поворот. Остальные пункты этого раздела носят привычный характер: графический режим, текстовый режим, откат, возврат, вырезать, копировать, вставить, повернуть, отразить, найти, найти следующее, заменить. Я даже не привожу картинку, настолько это очевидно (или кажется очевидным).

Двигаемся дальше к меню вставок (**Wstaw**):

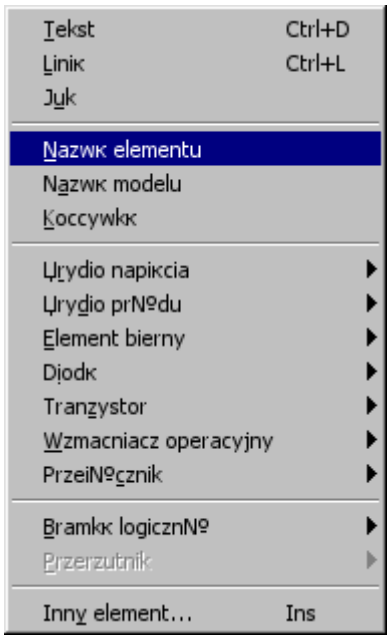


Рис. 2.12 Меню вставок программы Xlab

Что такое **Tekst**, я думаю, можно понять без моих объяснений. На моей платформе вставка текста с помощью этого раздела меню позволяет вставить русский текст, отображаемый совершенно правильно и

после выхода и повторного входа в программу. Теперь, а лучше бы и раньше, следует вернуться в операционную систему, для работы с которой программа предназначена, в Windows. Иначе можно отнести проблемы работы в другой операционной системе к проблемам самой программы.

Итак, Windows.

Что же за надпись **Linik** в меню вставок? Создадим новый файл, в котором попробуем это определить. По виду результата это вставка линии. А следующая вставка Juk – не иначе, как вставка окружности. В открытом окне свойств элементов можно выделить радиус (float Radius), двойной щелчок по которому открывает окно редактора свойств, где можно изменить значение радиуса, задаваемого по умолчанию, как 1, на, предположим, 10. Радиус, действительно, меняется.

Nazwk elementu – название элемента.

Nazwk modelu – название модели.

Koccywkk – вставка вывода.

Пока это рано применять. Дойдет до этого, попробуем. Следующий раздел, я затрудняюсь воспроизвести его название, возможно, это **Yrydio napikcia** содержит, судя по стрелке правее надписи, подменю. К сожалению, я не знаю, как в Windows получить снимок экрана в виде только этого необходимого мне элемента. Вставлять весь экран мне не хочется. Придется перейти в Linux, чтобы сделать необходимые снимки экрана. Потом вернусь и продолжу.

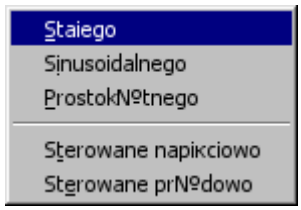


Рис. 2.13 Подменю меню вставок Xlab

И вернулся я в Windows с набором рисунков… судя по всему, предыдущий раздел позволяет добавить источники в схему. Первый из них **Staiego** представляет источник постоянного тока. Двойным щелчком по метке напряжения (по умолчанию это 10) можно открыть редактор свойств, в котором, соответственно, задать нужное значение. Следующий источник – источник синусоидального напряжения (**Sinusoidalnego**). Затем идет источник прямоугольных импульсов. Свойства этих источников сигналов меняются аналогично вышесказанному, только параметров, конечно, больше. Источник синусоидального напряжения позволяет задать амплитуду напряжения, частоту и фазу. Изменение напряжения и частоты доступно после двойного щелчка левой клавишей мышки по параметру на схеме, а изменение фазы (как и предыдущих параметров) можно сделать с помощью окна свойств, где двойной щелчок по параметру на вкладке электрических свойств открывает окно соответствующего редактора. Источник прямоугольных импульсов имеет тот же набор параметров.

Следующие два источника напряжения – управляемые источники, первый управляемый напряжением, второй током.

Посмотрим, как выглядит подменю этого раздела:

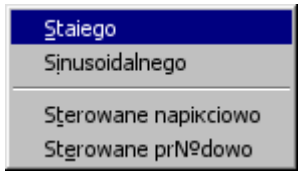


Рис. 2.14 Подменю источников тока меню вставок

Первый – источник постоянного тока (**Staiego**).

Второй – источник синусоидального тока (**Sinusoidalnego**).

Затем идут управляемые источники тока, напряжением и током.

Здесь я хочу сделать замечание для тех, кто разбирается в этом меньше меня (если таковые есть). Управляемые источники имеют основной параметр G – коэффициент усиления. Они особенно удобны при создании моделей. Такое впечатление у меня сложилось после чтения руководства к другой программе. И есть разница в применении этих двух источников, касающаяся в первую очередь входной цепи. Если источник управляется напряжением, то входное сопротивление достаточно велико, чтобы на это не обращать внимание. Но если для управления используется источник тока, то присоединять к нему источник сигнала следует через резистор. Иначе программа выводит сообщение об ошибке, и моделирования схемы не будет. С этим я столкнулся сам. Когда внимательно разбираешь ситуацию, то она кажется очевидной, но

если источник входит в состав подсхемы, если спрятан внутри проекта, то эта неприятность далеко не столь легко отыскивается.

Далее в этой главе приводится простая схема, содержащая источник напряжения и два резистора. Очень советую вам, разорвав цепь между резисторами, вставить в схему сначала источник тока, управляемый напряжением, и проверить работу схемы с резистором между источником сигнала и входом управляемого каскада, и без него. А затем заменить этот каскад вторым управляемым источником и повторить обе проверки. Собственные эксперименты запоминаются лучше.

Следующее подменю **Element bierny**:

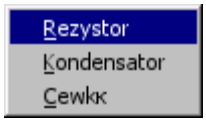


Рис. 2.15 Подменю дискретных элементов

Как следует из подменю, это вставка резистора, конденсатора и индуктивности. Их величину можно изменить, дважды щелкнув по значению сопротивления, емкости или индуктивности. Полагаю, для пикофарад следует использовать латинскую букву p, для нанофарад – n, для микрофарад – u. Для частоты в мегагерцах буква – M, для килогерц – к. Различает ли программа наличие пробела между цифрой и буквой, я не знаю. Некоторые программы чувствительны к этому, другим это не мешает. Проверяя это синтаксическое правило в другой программе, я несколько раз ошибался, относя неудачу моделирования к этой особенности. И только по прошествии времени убеждался, что та программа игнорирует пробелы. Но в каждой программе, если нет явных ссылок на эту особенность, следует внимательно проверить эту мелочь на самой простой схеме. В сложных схемах любая мелочь может озадачить сверх меры, поскольку в первую очередь обращаешь внимание на крупногабаритные компоненты своих построений.

Идем дальше:

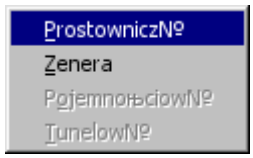


Рис. 2.16. Подменю диодов

Диоды представлены обычным диодом и стабилитроном (**Zenera**). Бросив беглый взгляд на них, я решил, что они представлены только идеальными моделями для чисто графического применения. Тем более, что запуск симуляции дал чистое окно без графика. Но я ошибался.

Открыв вкладку **Electric** диалога свойств можно посмотреть параметры стабилитрона. Двойной щелчок по параметру Bv позволяет задать напряжение стабилизации. То, что при этом действительно меняется напряжение стабилизации, легко проверить, нарисовав простую схему из источника постоянного напряжения, резистора и стабилитрона. После запуска анализа, например, переходных процессов, график напряжения на стабилитроне явно отражает эти изменения.

Следующее подменю **Tranzistor**:

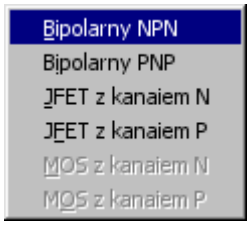


Рис. 2.17. Подменю транзисторов

Оно представлено двумя типами биполярных транзисторов, и двумя типами полевых с неизолированным затвором и каналами типа «n» и «p». Оба основных типа транзисторов, если обратиться к диалоговому окну свойств, имеют параметры, позволяющие транзистор «по умолчанию» превратить в конкретный тип транзистора. С одной стороны может показаться, что это не столь удобно, как в других программах, которые предоставляют список транзисторов, из которого легко выбрать нужную модель. Но, как правило, эти списки не содержат отечественных транзисторов. Волей-неволей приходится искать соответствие. С другой стороны любые списки, как бы обширны они ни были, не охватывают всех моделей. Для опытного

пользователя предпочтительней иметь дело со списком параметров, чтобы при необходимости иметь свою модель транзистора.

Следующее подменю позволяет выбрать идеальный, без привязки к питающему напряжению, операционный усилитель, или более реальный, напряжение питания которого можно изменить с помощью диалога свойств. Это заданное напряжение питание будет ограничивать выходное напряжение:

Рис. 2.18. Подменю операционных усилителей

Далее следуют контакторы, первый управляемый напряжением, второй током:

Рис. 2.19. Подменю контакторов в программе Xlab

В диалоговом окне свойств в перечне свойств контактора можно задать гистерезис. Если вам доводилось иметь дело с реле, такая возможность не покажется вам лишней. Реле, не смотря на появление большого разнообразия коммутаторов другого типа, остается достаточно удобным и универсальным компонентом электрических схем.

Следующее подменю не нуждается в пояснениях, поскольку относится к элементами цифровых цепей. Их набор достаточно привычен для любого, кто хотя бы раз сталкивался с ними. А последний раздел открывает меню элементов, не вошедших в предыдущий набор:

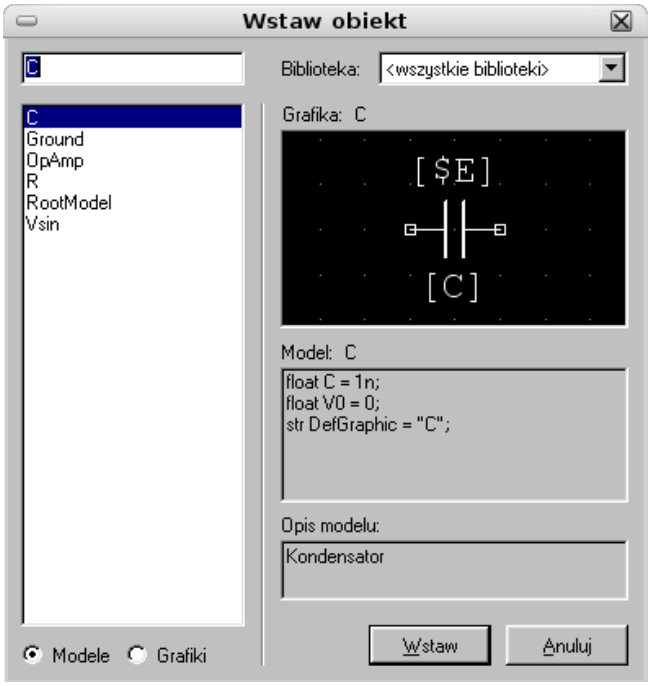


Рис. 2.20. Окно диалога вставки произвольных компонент

Клавиши **Wstaw** (Вставить) и **Anuluj** (Отменить) помогают при введении в схему нужных элементов. Присмотревшись внимательно, я обнаруживаю в перечне компонент полевые транзисторы с изолированным затвором, варикап и трансформатор. Очень полезные элементы.

Следующий раздел основного меню относится к настройкам рабочего окна программы. Можно установить и снять соответствующие опции:

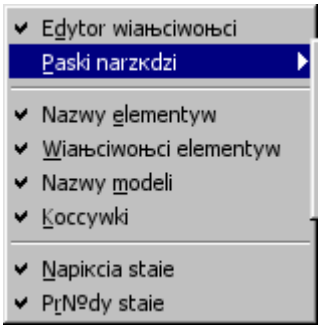


Рис. 2.21. Меню опций вида экрана программы Xlab

Этот раздел меню имеет только одно подменю, управляющее появлением инструментальных панелей, вверху и внизу:

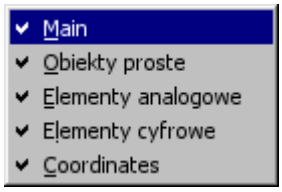


Рис. 2.22. Подменю панелей управления

Следующий раздел основного меню – **Analysis** (Анализ). Один из самых интересных для пользователя разделов, поскольку именно симуляция схемы дает возможность перейти от графического вида схемы к ее физической сущности. Перейти от удобного, общепринятого, но описания схемы, к ее функциональному содержанию. Анализ определяет правильность общего замысла, верность выбора значений элементов схемы. Дает возможность задать вопросы вида: «Что произойдет, если менять величину этого элемента в некоторых пределах?». С помощью средств анализа, предоставляемых программой, можно обдумать и схему в целом, и все ее узлы, разобраться в деталях и сделать правильные выводы, принять правильные решения.

О некоторых разделах выпадающего подменю я говорил выше. Попробуем разобраться с остальными пунктами:

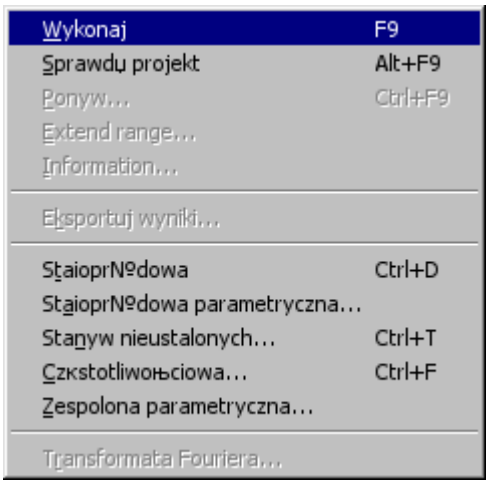


Рис. 2.23. Подменю анализа программы Xlab

Первые два пункта – это выполнение и проверка проекта. Далее есть несколько непонятных и неактивных пунктов, заканчивающихся командой получения информации, за которой следуют виды анализа.

Первый из этих видов – анализ на постоянном токе. При выборе этого вида анализа открывается окно, в котором будут отображены результаты анализа. Для этого следует щелкнуть правой клавишей мышки в поле окна, выбрать пункт **Add…** и в открывающемся окне выбрать нужный узел схемы. Анализ схемы на

постоянном токе важен как при определении режимов работы, так и при выборе источника питания.

Для иллюстрации анализа на постоянном токе я нарисовал простую схему из источника постоянного напряжения и двух резисторов:

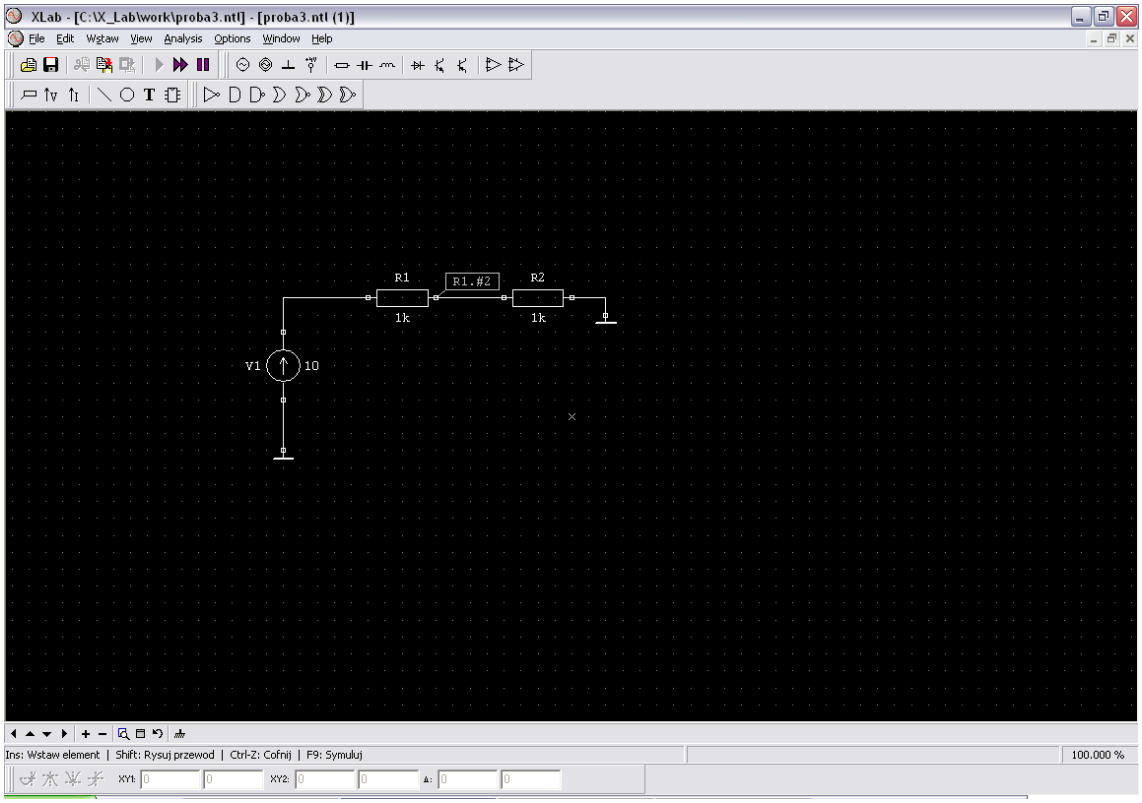


Рис. 2.24. Схема для экспериментов с анализом на постоянном токе

После запуска анализа на постоянном токе появляется окно вывода результатов наблюдения. После первого запуска оно пустое, но щелчок правой клавиши мышки вызывает появление меню, в котором есть пункт **Add…,** открывающий диалоговое окно с отображением всех доступных точек наблюдения схемы. Я выбрал первое значения для точки на выходе источника напряжения, второе в месте соединения резисторов. Сразу после выбора точек наблюдения в окне анализа отображаются значения напряжения.

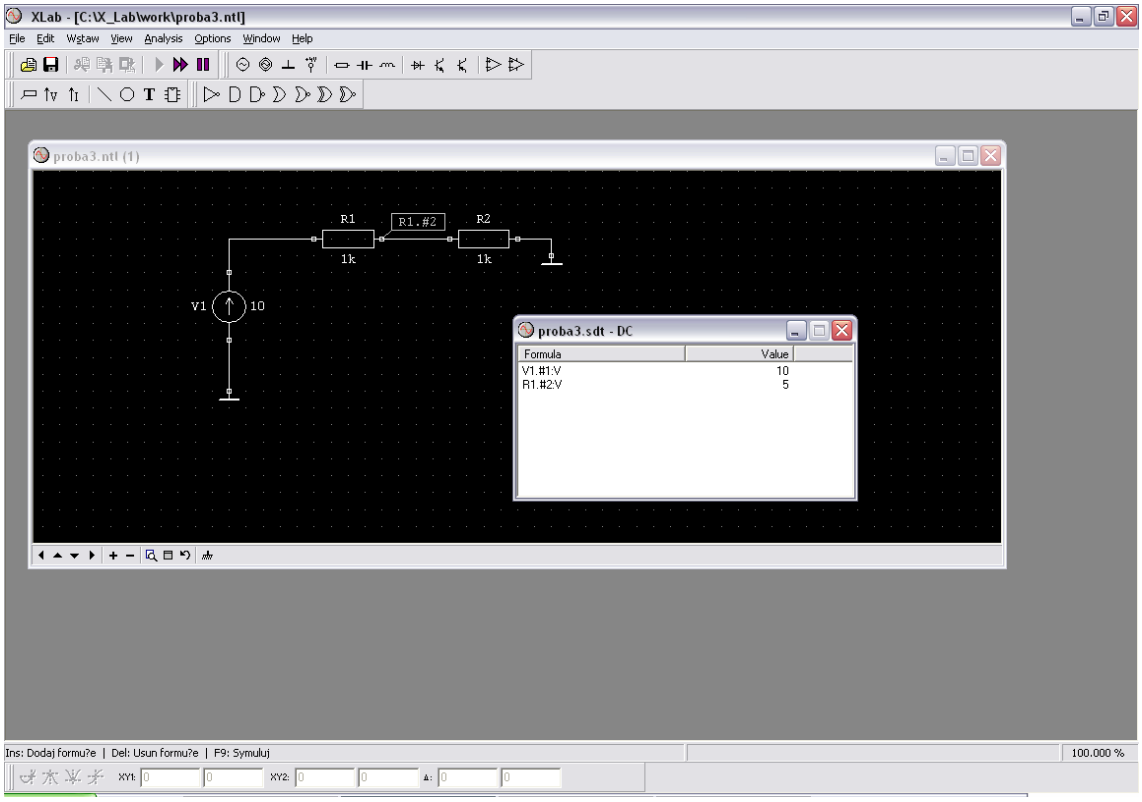


Рис. 2.25. Отображения результатов анализа на постоянном токе

Следующий пункт раздела анализа основного меню программы позволяет вам провести наблюдение при «качании» параметра. Выше, рассказывая о моделях диодов, я упоминал, что программа позволяет работать с моделью стабилитрона. В программе недолго нарисовать схему включения стабилитрона. Напряжение стабилизации я задаю в окне свойств, на вкладке электрических свойств, 3.2 вольта. При изменении добавочного сопротивления меняется ток, протекающий через стабилитрон. Не помню, чтобы я видел, как при этом будет меняться напряжение стабилизации. Ниже приведен пример графика зависимости напряжения на стабилитроне от изменения сопротивления R1 от 100 Ом до 10 кОм. При выполнении этих несложных построений я обнаруживаю, когда пытаюсь задать напряжение стабилизации, что я «счастливо» удалил редактор свойств. В какой-то момент он мне мешал, я щелкнул по клавише **Закрыть**, а теперь не знаю, как до него добраться! Видимо, программа спрашивала – скрывать ли окно впредь, а я по привычке щелкать, не читая, согласился с этим предложением. Выйти из неприятного положения помогает раздел **View** основного меню, первая опция которого после того, как я ее снимаю и вновь устанавливаю, открывает нужный мне диалог. Но лучше бы я читал все сообщения программы!

Что нужно для параметрического анализа? Выбираем этот пункт меню. В открывающемся диалоговом окне вносим значения в точки **Start** и **Stop** (100 и 10к, соответственно). Нажимаем клавишу **OK** и получаем результат:

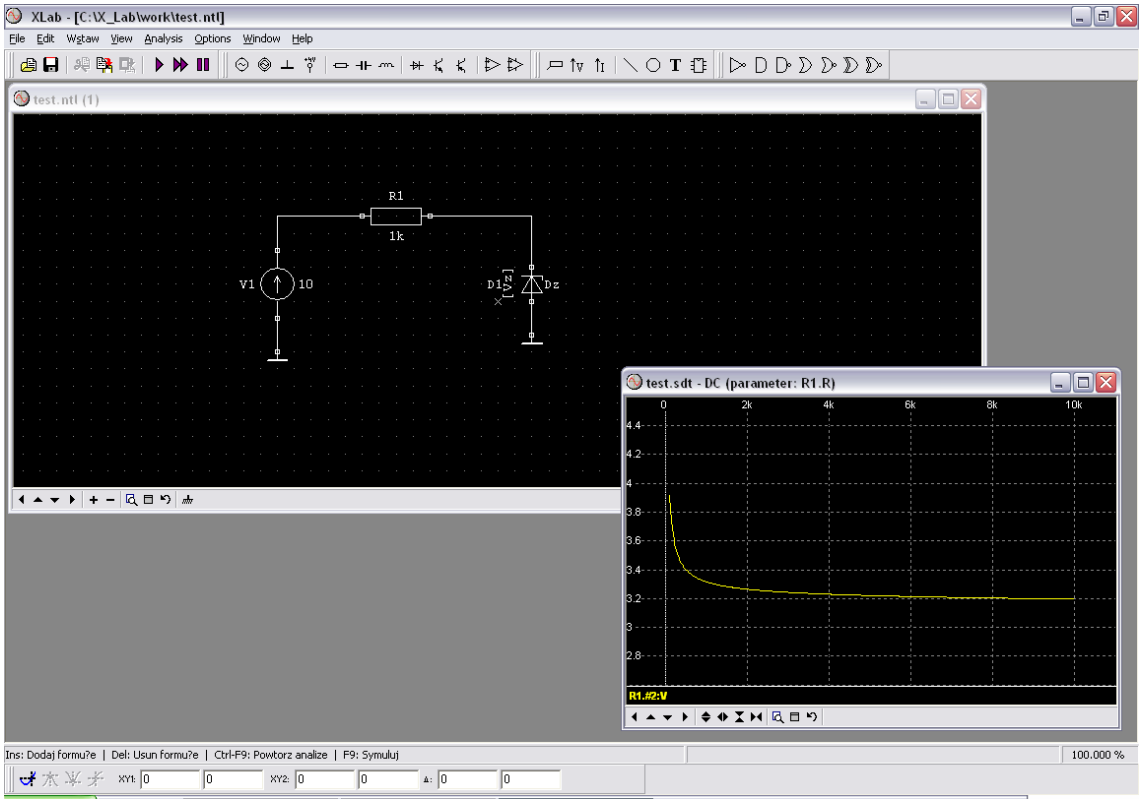


Рис. 2.26. Параметрический анализ на постоянном токе в программе Xlab

И все-таки меня раздражает необходимость столь сложного общения с окном свойств. Я пытаюсь просмотреть файлы инициализации, которые создаются с каждым проектом, но это не помогает. Чтобы не затягивать работу, приходится поступать как всегда – распаковываю программу во временную папку, копирую все файлы программы, перезаписываю их в папку, куда поместил программу. Благо этого достаточно для работы программы, и ее не нужно долго устанавливать. Результат положительный – окно на месте. Уф!

Для следующего вида анализа лучше заменить источник постоянного тока источником прямоугольных импульсов (используя меню вставки источника сигнала). Для удаления источника постоянного тока его можно выделить курсором (подвести курсор в виде стрелки к компоненту и щелкнуть левой клавишей мышки), он меняет цвет на красный, и нажать клавишу **Delete** на клавиатуре. После запуска анализа переходных процессов (**Stanyw nieustalonich…**) появляется меню, как на рисунке 2.4, в котором можно задать время остановки в 10m. После нажатия на клавишу **OK** появляется окно графического результата анализа:

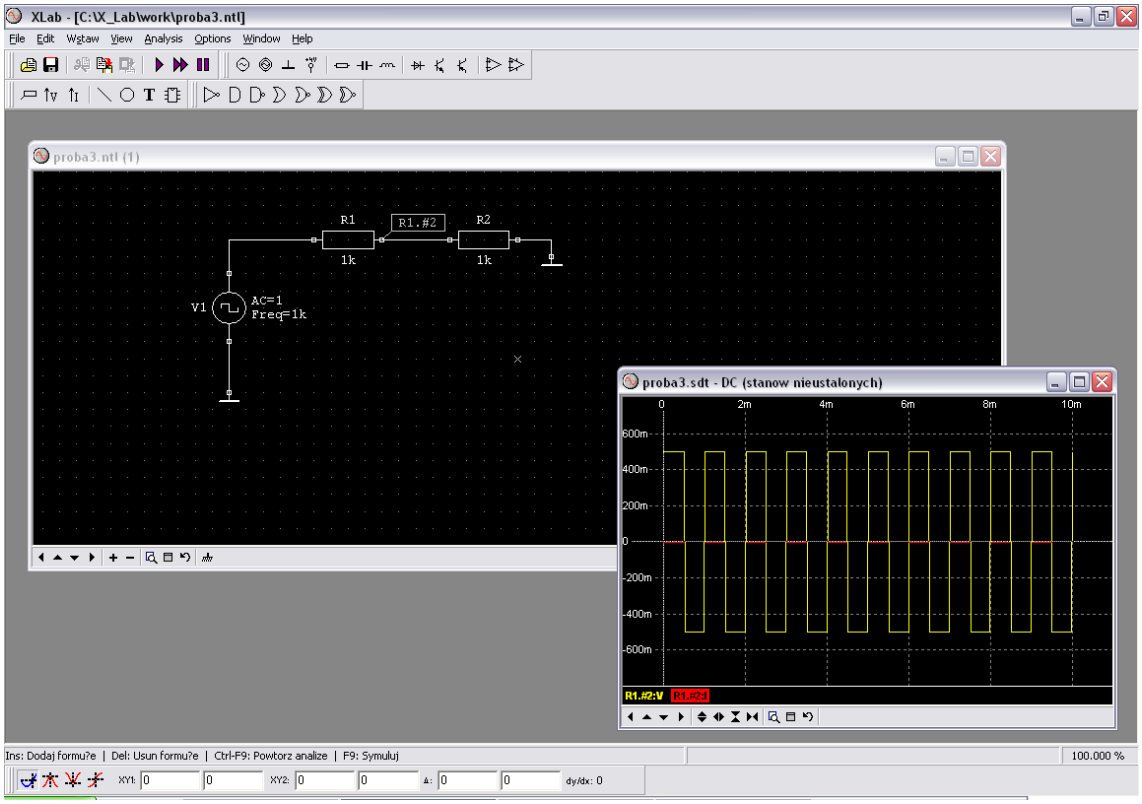


Рис. 2.27. Результаты анализа переходного процесса в схеме

Далее в меню следует анализ на переменном токе. Для этого вида анализа я нарисую другую схему. После выбора вида анализа и задания диапазона изменения частоты от 1 Гц до 100 МГц клавиша **ОК** позволяет увидеть графический результат анализа. Этот вид анализа позволяет вывести в окно графики амплитудно-частотную характеристику схемы или каскада.

Возможно, есть способ привести это к виду логарифмической шкалы по X, но я пока не знаю, как это сделать. Поэтому результат выглядит для меня несколько непривычно:

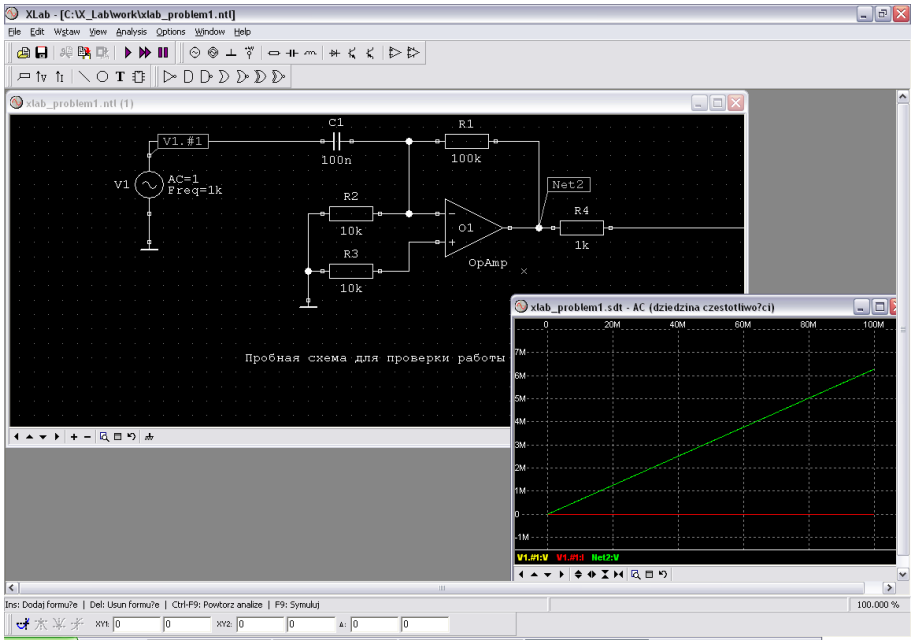


Рис. 2.28. Графический вывод анализа на переменном токе

Если щелкнуть правой клавишей мышки, когда курсор в окне графического вывода, то в выпадающем

меню можно изменить точку наблюдения или скопировать график в буфер обмена. Клавиши инструментального меню графического окна в нижней его части позволяют уменьшать и увеличивать изображение, перемещать его вверх-вниз и т. д. А мне, в рассказе о видах анализа, осталось привести пример еще двух видов полезных на практике.

Предпоследний вид – «качание» параметра на переменном токе. Для этой цели я воспользуюсь изменениями резистора R1, резистора обратной связи, в диапазоне значений от 10 кОм до 100 кОм. Посмотрим, что покажет анализ:

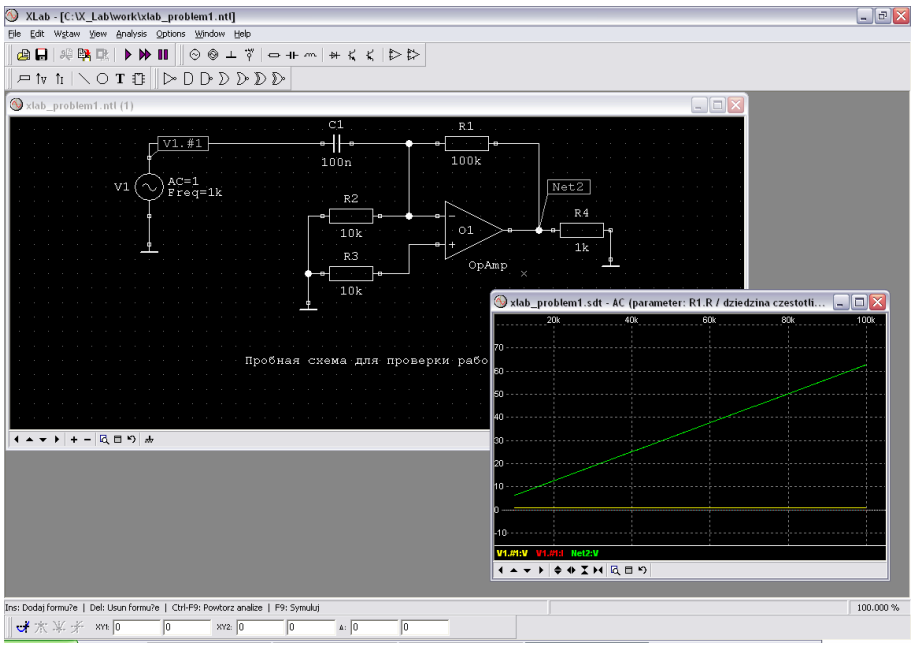


Рис. 2.29. Анализ девиации параметра на переменном токе

И, наконец, последний вид анализа **Transformata Fouriera…** Думаю, это Фурье (или гармонический) анализ. Имея дело с усилителями, особенно усилителями мощности, проверить нелинейные искажения усилителя очень полезно. Не меньше пользы принесет проверка с помощью Фурье анализа выходного каскада радиопередающего устройства. При сильных искажениях излучение на частотах гармоник, хотя я не специалист в этих вопросах, не только бесполезная трата мощности выходного каскада, но и дополнительные помехи «в эфире».

Этот пункт меню не активизировался при работе со многими из предыдущих схем. Но после черчения каскада на транзисторе он стал доступен. Параллельно я осуществляю анализ переходных процессов и анализ на переменном токе. Где нахожу, что для логарифмического вида графического вывода достаточно поставить эту опцию в диалоговом окне анализа на переменном токе. Выясняю также, что кроме обычного отображения сигнала можно вывести вид фазовой характеристики, что для усилителей весьма нелишне, и еще несколько видов графики.

Можно выводить разные виды анализа (или разные графики) в разных окнах:

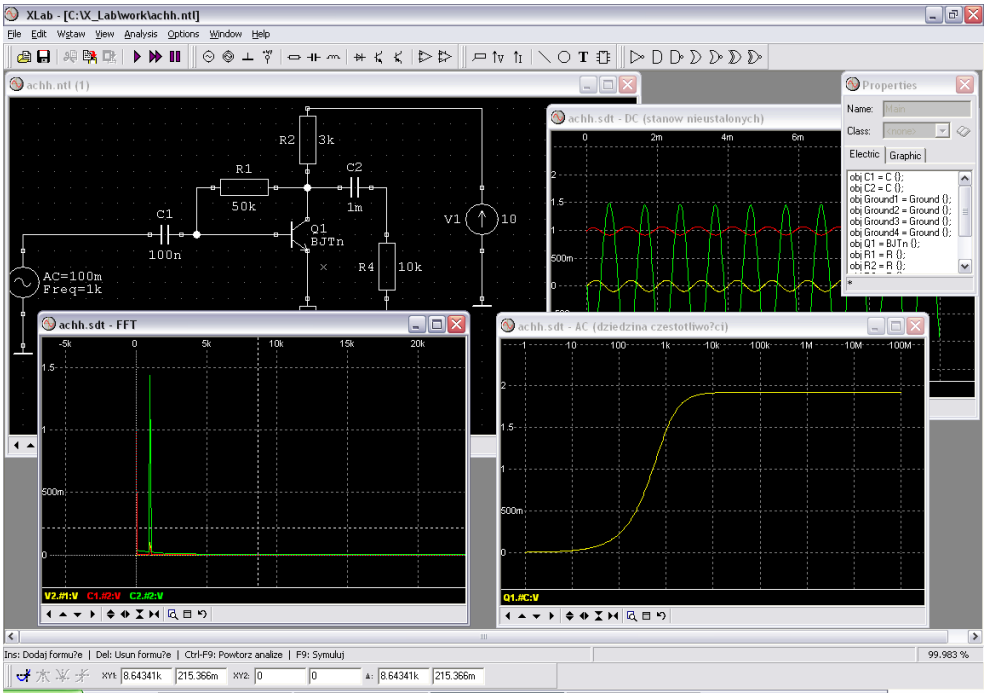


Рис. 2.30. Фурье анализ одного каскада усилителя на транзисторе

Мы разобрались со многими пунктами меню. Убедились, что с программой можно работать не менее успешно, чем с другими программами. Нужно только проявить немного терпения. Мне хотелось бы добавить к этим экспериментам один или несколько, как получится, примеров работы с цифровыми схемами. Вот простейший пример:

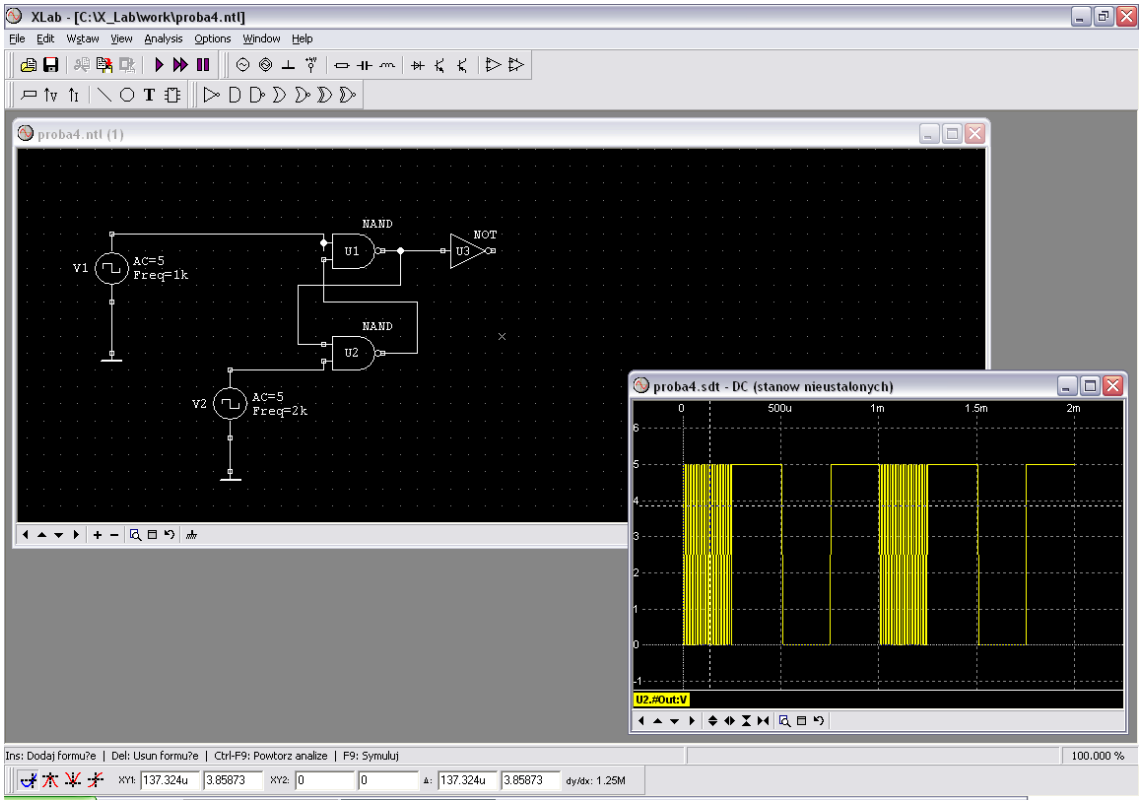


Рис. 2.31. Пример построения цифровой схемы в программе Xlab

Одним из часто применяемых на практике схемных цифровых решений является построение тактовых генераторов с использованием цифровых инвертирующих вентилей. Когда-то мои попытки моделировать

такие построения далеко не всегда получались к большому моему огорчению. Связано это, как я полагаю, с тем фактом, что при генерации работа схемы основана на физических, а не логических свойствах цифровых вентилей. Цифровой вентиль, инвертор или схему НЕ-И, можно превратить в усилитель, что в некоторых случаях оказывается полезным, и открывает дополнительные возможности при создании собственных конструкций. Схема, приведенная ниже, взята мной из книги Р. Фелпса, но это «классическое» схемное решение. В оригинале один из конденсаторов заменяется кварцевым резонатором, однако даже в профессиональной практике достаточно часто обходятся без этого:

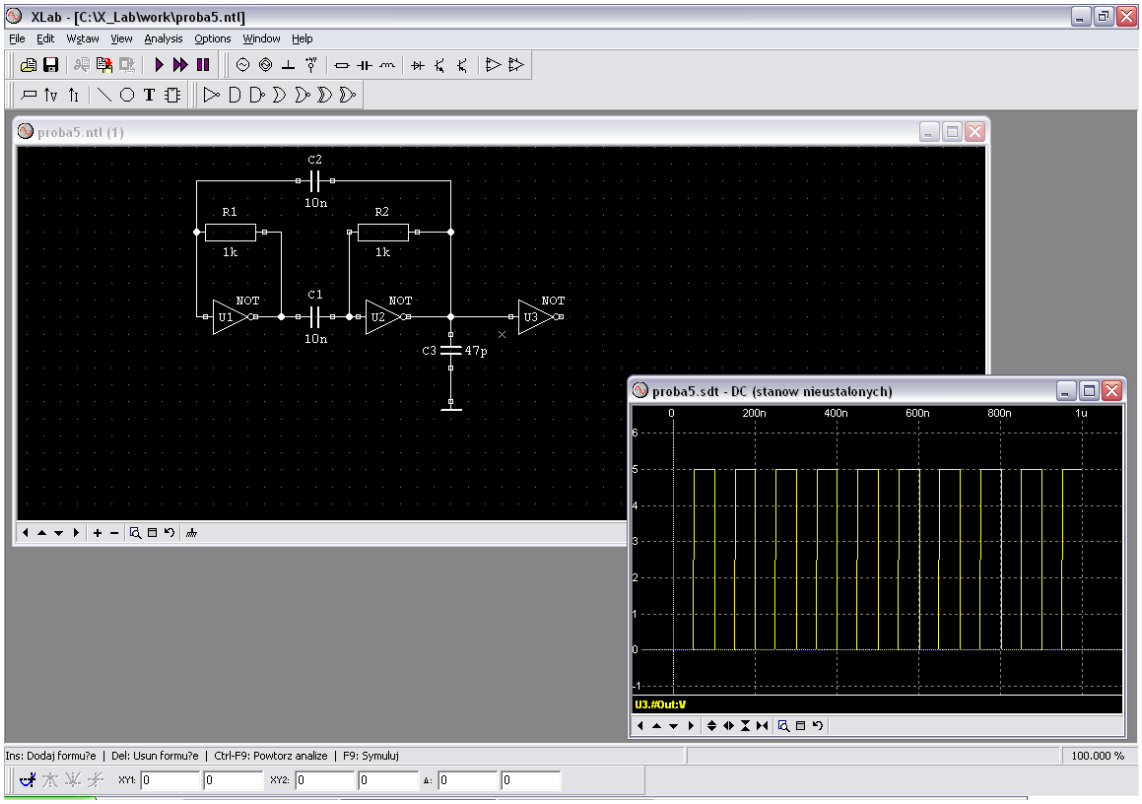


Рис. 2.32. Моделирование синхрогенератора в программе Xlab

Что сказать? Превосходная программа. Она не заработала у меня сразу, но немного терпения, немного времени, и все становится на свои места. Я не исследовал полностью все возможности программы, думаю, не более 10-20% известно мне в настоящий момент. Но дальнейшая работа с программой требует конкретных задач. А у меня нет сейчас ни одной задачи, кроме рассказа о программах EDA. И Xlab занимает достойное место в ряду этих полезных средств работы с электроникой. Жаль, что сайт, указанный в сведениях о программе, не отыскивается:

Рис. 2.33. Информация о программе Xlab

Есть еще одна программа, которую я знаю давно, она работает на разных платформах, но я с ней познакомился, когда начал работать в Linux. Меня интересовало, есть ли для Linux что-то похожее на Windows программы. Нашел я только программу, или систему, которая называется gEDA. Я попробовал работать с ней. Работа получалась, но в основном в плане изобразительном. Позже появилась новая версия, но, к сожалению, я не достиг большего. Сегодня на моем компьютере почти последняя версия этой программы, но и сегодня у меня получается не больше, чем несколько лет назад.

Попробуем разобраться в этом.

Менеджер программы, существовавший в предыдущих версиях, уж не знаю, почему, в последней мною полученной версии, отсутствовал. Его я «приспособил» от предыдущих версий. После запуска командой `geda` появляется окно менеджера системы.

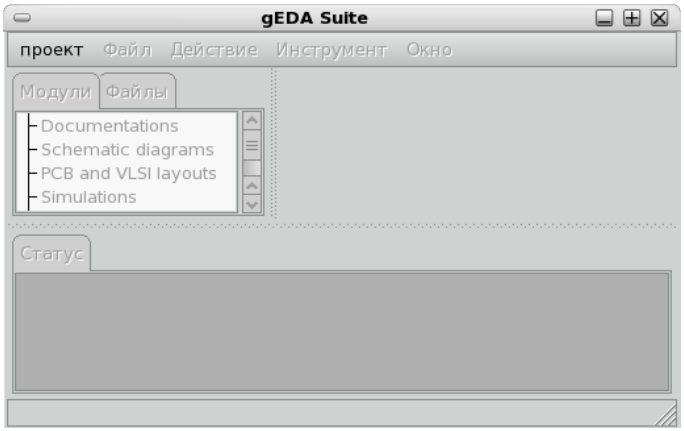


Рис.2.34. Окно менеджера системы gEDA

В данный момент выбор действий ограничен единственным пунктом меню **Проект**, подменю которого ограничено тремя возможностями – создать новый проект, открыть существующий проект или выйти из программы. Создадим новый проект, который назовем problem. Есть некоторое неудобство в диалоге создания проекта, приходится вручную прописывать путь к проекту, если он находится не прямо в вашей домашней папке. Но, с другой стороны, при работе нет нужды размещать проект где-то глубоко в недрах своих документов, да и работа над проектом требует времени, можно согласиться с авторами проекта, что их подход вполне благоразумен. Поскольку в работе с программой для меня много непонятного, я хочу вначале рассмотреть примеры и прочитать руководство, и то, и другое я получил при инсталляции программы.

Поисковик отчего-то не находит нужных мне файлов, тогда я просматриваю установочный пакет, благо в Linux это можно сделать достаточно просто, используя архиватор файлов. При просмотре каталога /usr/share я нахожу папку gEDA с вложенной папкой examples. Теперь я распаковываю (и это в Linux возможно) установочный пакет в папку проекта, выбираю только примеры, а остальное удаляю. С рассмотрения этих примеров я хочу начать выяснения тех проблем, что, как я решил, у меня возникли. Менеджер не позволяет открыть файлы примеров, поэтому я открываю проект, который только что создал. В этой «среде обитания» все файлы должны открываться. Вначале, как и полагается любопытному схемотехнику, я открываю файл схемы, ориентируюсь на расширение файла .sch. Немного смутило отсутствие привычной команды **Открыть** в разделе **Файл** основного меню, но есть **Импорт**, попробуем так. После выбора файла он появляется в левом окошке дерева проекта.

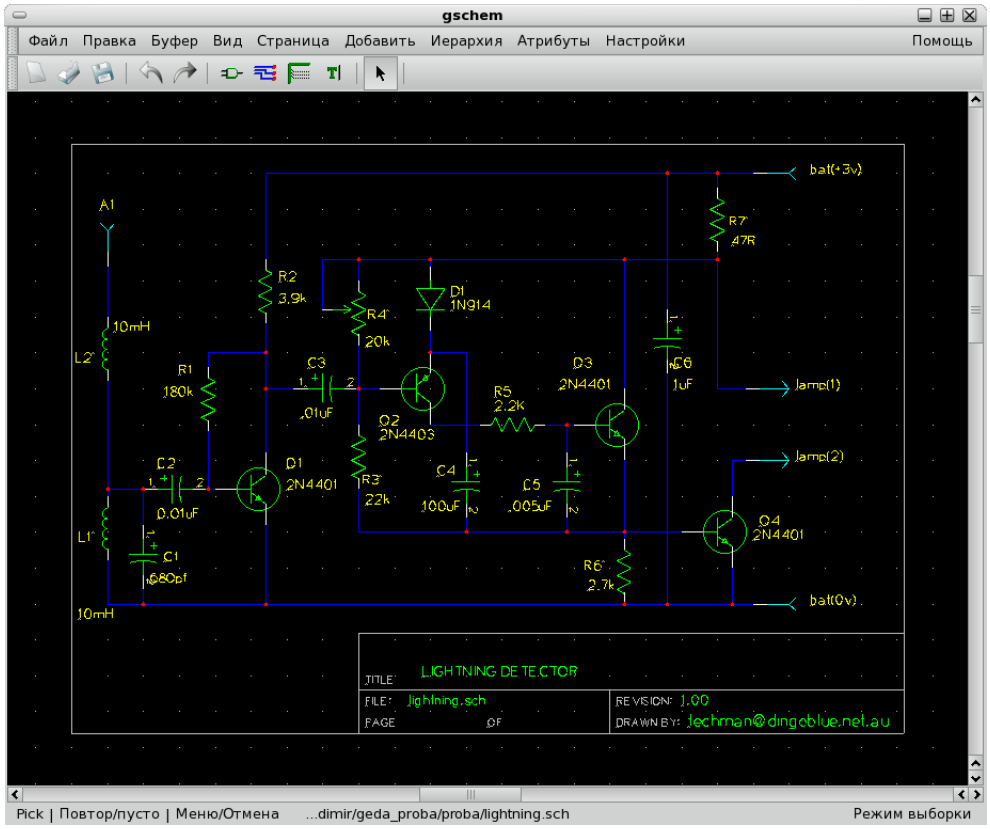


Рис.2.35. Схема из примеров, полученных с программой gEDA

После импорта файла и выбора команды **Открыть** (теперь команда появилась) в разделе **Действия** основного меню я получаю рамку и штамп, затем, выбрав **Файл-Открыть** уже в окне редактора, наконец, открываю схему. То, что схему я могу нарисовать, я уже понимаю, это мне удавалось сделать и в дни первого знакомства с программой. Но меня интересует, например, работа симулятора. В установочном комплекте есть симулятор. Но у меня ничего не получалось с запуском симуляции. В окне редактора схем нет пункта симуляции схемы. Хотя нечто полезное для себя я нахожу – возможность сохранить схему в формате .png. Закрыв схему, я возвращаюсь к менеджеру проекта и в разделе **Действия** нахожу **Create SPICE netlist** (Создать SPICE netlist). После этого в дереве проекта появляется файл с расширением .cir в ветке Simulatons. Очень хорошо. В разделе действий, если выбрать этот файл есть возможность запустить симулятор SPICE. Запускаем...

Мелькает сообщение, в окне вывода появляется несколько записей, но это совсем не то, что мне нужно. Симулятор ngspice, я проверил, работает. А увидеть результаты своего плодотворного труда я, увы, не могу.

Обращаемся к руководству по gEDA. Будем последовательно повторять все советы, которыми нас снабдили создатели программы. Само руководство я добавлю в Приложение, а пока выберу необходимое. Немного озадачивает меня начало:

> *Текущая версия gEDA предназначена для помощи в работе над разводкой (PCB layout). Она содержит механизм создания или загрузки схем gschem и коллекцию полезных средств для экспорта схем в другие весьма полезные инструменты.*

Если так, то лучше перейти сразу к разделу работы с PCB, который начинается с установки, но установку я сделал из пакета rpm, и полагаю, все было установлено правильно, и далее:

> *Все устройства, которые вы хотите получить в PCB должны иметь Uref атрибуты. Цоколевки (footprint), которые вы хотите использовать в PCB обозначаются атрибутами footprint. Будьте внимательны с атрибутами Uref name, значение и устройство не должны содержать символа пробела.*

Я не уверен, что не ошибусь с проверкой атрибутов, по причине чего выбираю файл из раздела

примеров. В разделе **Действия** выбираю (там единственный пункт) **Open** (Открыть), запускается программа PCB, но в ее окне пусто, а в окне журнала PCB единственное сообщение о неправильном формате файла. Помня о переходе к редактору схем, я открываю файл примера в самом редакторе разводки. Это помогает:

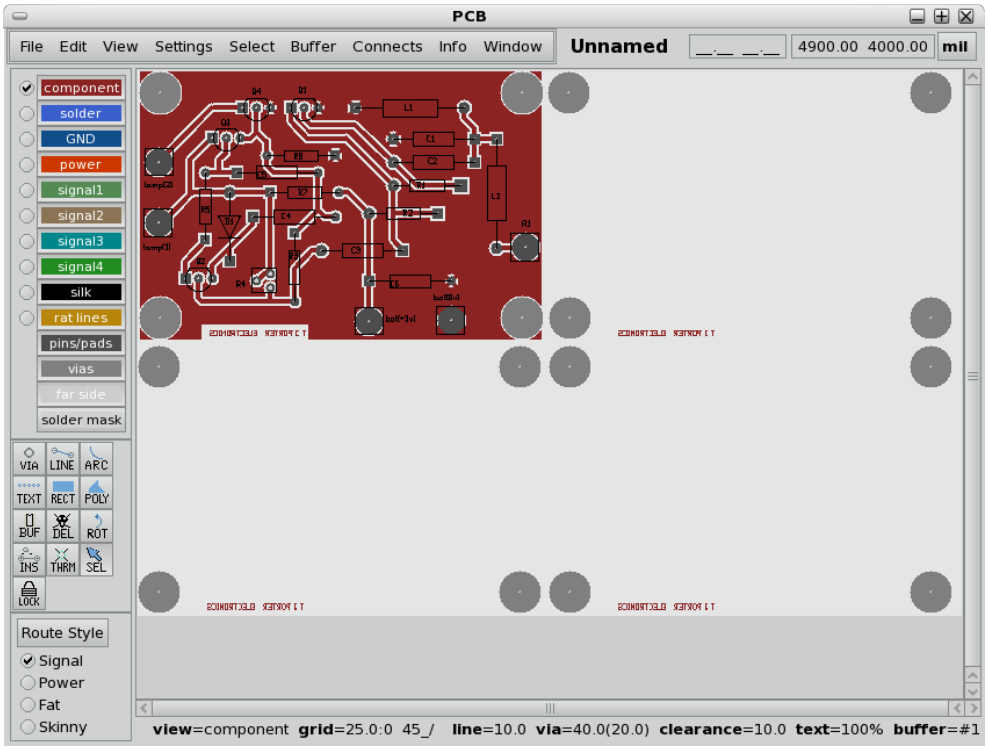


Рис.2.36. Проект в окне редактора PCB из состава gEDA

Не так много мне удалось достичь в работе с системой gEDA, особенно это касается работы симулятора ngspice – части проекта, но сегодня получается значительно больше, чем несколько лет назад, когда я впервые пробовал работать в gEDA. Вопрос с симулятором, мне кажется, более сложен, чем я предполагаю, поэтому я, пожалуй, выделю отдельную главу, посвященную работе с симулятором. А сейчас продолжим движение по миру программ EDA.

Глава 3. Для самых начинающих. Проект «Новый год»

Каждый раз, когда я пытаюсь найти нужный мне файл, я вспоминаю крылатую фразу: «Ударим автопробегом по бездорожью и разгильдяйству!». Не то, чтобы все было совсем плохо. Нет. Я пытаюсь систематизировать все свои документы, раскладываю их по папкам, делаю копии особенно значимых документов, наученный горьким опытом крушения операционной системы. У меня есть даже папка с названием «Справочник», где я держу все справочные листки по элементной базе, с которой приходится сталкиваться. Но эта чудесная «папочка» имеет свойство перемещаться с места на место по разным причинам. Если запустить поиск, то отыскание этой папочки займет достаточно много времени, что, в свою очередь, приведет к очередному перемещению справочника. Бездорожье моего компьютера тщательно поддерживается мной на протяжении многих лет путем набивания домашней папки таким количеством разноплановых материалов, что она успевает распухнуть до размеров в сотни мегабайт за месяц работы. А наводить порядок я люблю, ударив автопробегом, то есть – снести все, и начать жизнь заново. Особенно сильно бьет автопробег по моему разгильдяйству: каждый раз, когда я начинаю новую жизнь, я не нахожу в ней ни одного письма, полученного в прошлой жизни – забываю сохранить почту перед обновлением. И если бы только это...

Решив использовать компьютер в качестве виртуальной лаборатории для изучения электрических схем и разработки своих проектов, вам следует задуматься о том, как организовать это наилучшим образом. Компьютер, или скорее программы уже установленные на компьютере, или которые можно установить на компьютере – все зависит от вашей операционной системы и ваших финансовых возможностей – компьютер готов помочь в осуществлении различных вариантов обустройства. Можно утверждать, что есть наилучшие формы организации работы, и это справедливо. Можно утверждать, что эти формы вас не устраивают, и это тоже будет справедливо. Лично я склоняюсь к мысли, что тот вариант, который приносит вам больше пользы, вариант, который наиболее комфортен для вас, и есть наилучший вариант именно для вас. Об одном из возможных вариантов организации своей компьютерной лаборатории пойдет речь в этой главе.

Обновляя версию Linux для работы с одной из программ, я забрел на форум в поисках ответа на вопрос, как сменить драйвер видеокарты, где увидел чудесную фразу: «Хочу изучить Линукс, с чего мне начать?». Вопрос правильный, хороший и уместный, но изучение Linux с такой постановкой задачи, как мне кажется, потребует многих лет работы даже для специалиста в области программирования и создания операционных систем. Поэтому организацию работы за компьютером в лаборатории радиолюбителя самое разумное начать с определения и постановки задачи, с планирования своих намерений.

Любая операционная система, а Linux, особенно, приходит с некоторым встроенным набором средств для работы с текстом. Почему Linux особенно, потому что в любом дистрибутиве вы обнаружите полный пакет офисных программ, а во многих и не один, содержащий достаточно мощные средства обработки информации. И не забывайте, что ваш интерес к практическому радиолюбительству (или «электронолюбительству») не избавляет вас от необходимости вести некую офисную часть своей работы, даже если вы не называете ее так: нужно нарисовать схему, составить список деталей, подсчитать стоимость покупки.

Мне приходилось выполнять разную работу. И первое впечатление от новой работы не всегда было правильным. Я не люблю скучную работу. Я не люблю работу, прямо не связанную с текущим интересом. Не люблю тратить время на чтение инструкций и руководств, на написание инструкций и руководств, мне становится скучно, когда я сталкиваюсь с такой частью работы. Но со временем я стал понимать, что скучной работы не бывает, чем бы вы ни занимались, и что, какой бы ни была интересной работа, ее всегда можно превратить в скучную жизнь возле этой работы. Очевидное с точки зрения «вообще» подобное утверждение забывается, едва «вообще» превращается в нечто конкретное. Например, вы разработали чудесную схему любопытного устройства, и вам не терпится воплотить это в реальную конструкцию. Любой нормальный человек в подобной ситуации быстро «сляпает» из деталей все, что нужно, «утопчет», что получилось, в подходящую коробочку, и будет наслаждаться результатом. А что советую я? Спланировать, организовать, начать с офисной части этой работы... Ну, скажу я вам, чудаков еще хватает!

Что же, в качестве чудака, я советую вам из офисной части работы за компьютером радиолюбителя? Самый простой офис – это блокнот в Windows или текстовый редактор в Linux (в докомпьютерную эпоху это соответствовало листу бумаги и карандашу). Записываем, что мы хотим сделать, например, делаем запись: «Собрать макет устройства X». Для этого нам потребуются некоторые ресурсы в виде транзисторов-резисторов, микросхем, соединительного провода, макетной платы, флюса, припоя, паяльника и т. д. Часть этих ресурсов есть, но часть может отсутствовать. Следует составить спецификацию схемы, выделив наличные элементы (или отсутствующие) и добавить этот необходимый для работы ресурс. А финансы? И этот ресурс следует добавить. Кроме того, никто не располагает неограниченным временем – ресурс следует учесть.

Рабочее место. Занимаясь электроникой, приходится выполнять разнородные виды работы: чертить, паять, налаживать, мастерить «обрамление» готовой платы и тому подобное. Разные виды работы, разные

рабочие места. Организация рабочего места совсем не маловажный фактор: резистор размером 1мм на 0.5 мм легко затеряется среди кусков фольгированного стеклотекстолита и разбросанных там и тут сверл. Следует учесть и этот ресурс.

Если я вас еще не убедил в необходимости обустройства нормального офиса за компьютером, то предупреждаю, вы станете похожи на меня, а мне бы этого не хотелось.

И, давайте, а я постараюсь показать, что это тоже интересно, рассмотрим конкретный пример разработки, скажем, переключателя гирлянд для новогодней елки (благо дело идет к Новому Году, и на многих палатках возле метро я видел новогодние украшения) в среде Linux, моей домашней среде обитания.

К новогоднему проекту вплотную примыкает еще одно пожелание, обнаруженное мною на форуме. Если не забуду, то вернусь к нему:

Собираю светильник на 4 светодиодах. Хочу сделать чтобы они плавно переключались - один тухнет, другой загорается. Проблема в том, что схема должна быть компактной - места мало (глухой цилиндр d35x10). В идеале сделать это на микросхеме.

Начинаем проект «Новогодняя гирлянда».

Я буду использовать офисный пакет из состава KOffice 1.6. Первым делом я открываю редактор KWord (книгу я пишу в OpenOffice.org Writer), в котором напишу:

Проект «Новогодняя гирлянда».

Что я хочу? Хочу сделать елку красивой в Новогодний праздник. Единственная гирлянда, которая работает более двадцати лет, не помешает, но основой будет новая гирлянда – я назову ее «Вальс под водопадом!».

Как я себе это представляю? Огоньки на елке «струятся» сверху вниз, затем замирают, и начинают кружиться, то в одну, то в другую сторону. Затем снова водопад из праздничных огней!

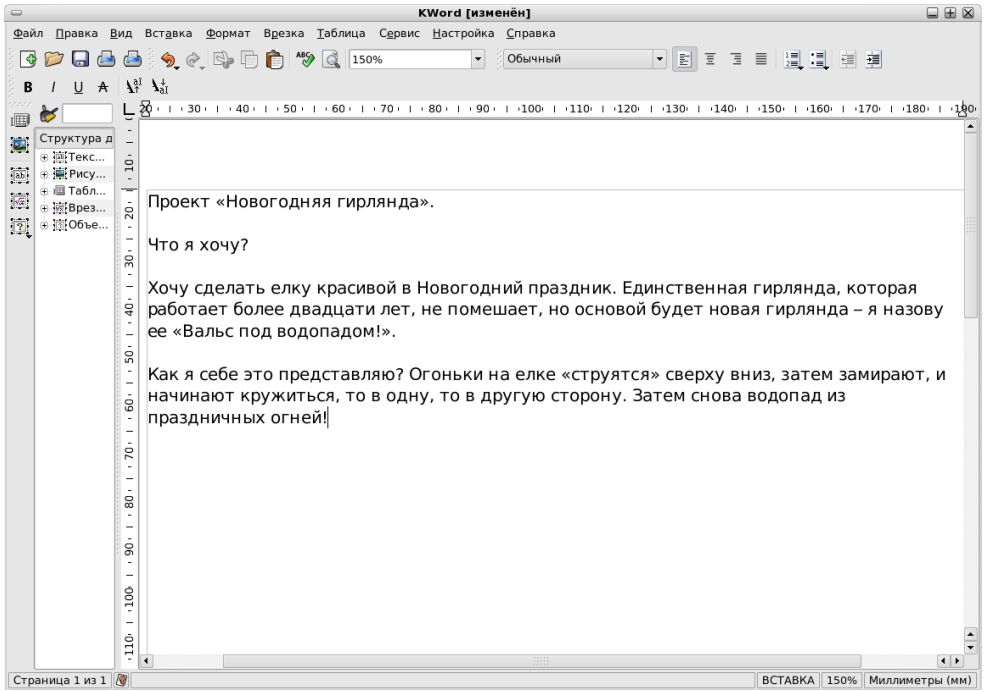


Рис. 3.1. Текстовый процессор Kword из графической среды KDE

Описав, что я хочу получить в результате работы, я хочу «как-то формализовать» все вышеизложенное. Вначале я хочу определиться, как я буду делать, поскольку для создания схемы можно использовать реле, можно построить схему на транзисторах, можно применить цифровые микросхемы, а самое лучшее, использовать микроконтроллер – задача, явно, для него.

Реле понадобится, как мне кажется, достаточно много, а они не дешевы. Кроме того, хотя маломощные реле работают достаточно тихо, но шуметь схема будет. И использовать реле есть смысл тогда, когда используются лампочки на 220В, в чем я пока не уверен. Более того, я почти уверен, что буду использовать светодиоды. Проходя по переходу в метро, я неоднократно видел, как предлагают игрушки, сверкающие огоньками, вероятнее всего, на светодиодах. Хочу светодиоды. Для работы со светодиодами подойдут транзисторы, цифровые микросхемы, микроконтроллер.

Схему на одних транзисторах сделать можно. Во всяком случае, «на вскидку» это не кажется

неразрешимой задачей, но, сколько понадобится транзисторов? Похоже, очень много…

Прежде, чем двигаться дальше, я хотел бы «визуально» понять, что я хочу? Нарисую-ка я елку с гирляндами. Для этого подойдет графический редактор из состава того же офиса. Можно открыть его отдельно, а можно воспользоваться услугами единой «Рабочей среды Koffice»

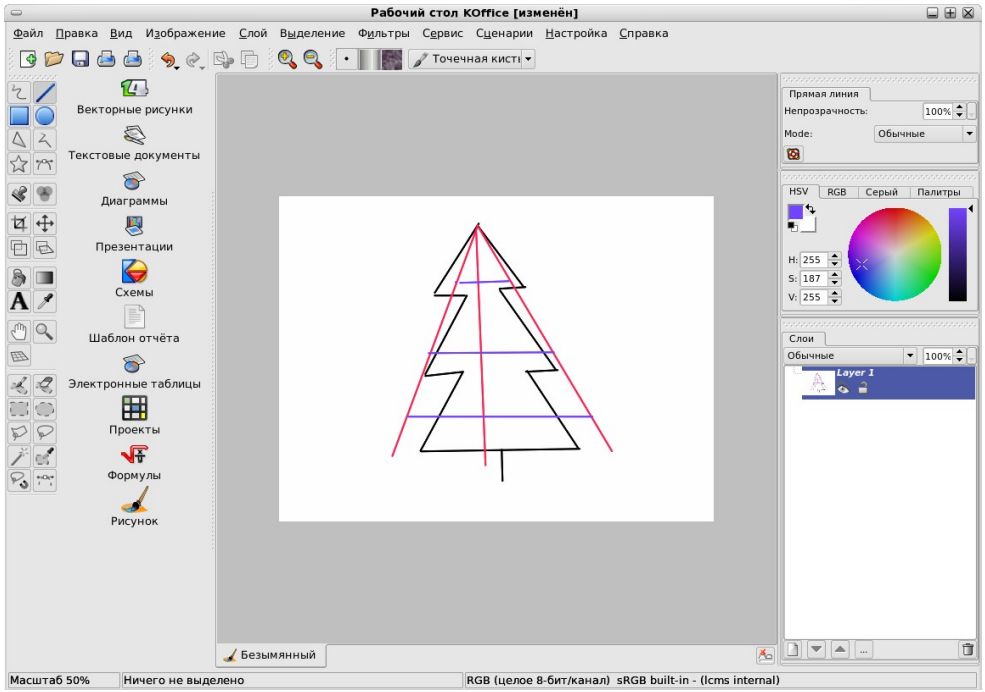


Рис. 3.2. Графический редактор в среде KOffice

Я воспользовался редактором Krita, запускаемым нижней клавишей инструментального меню с надписью «Рисунок». Елка получилась не слишком красивая, но и я не художник. Елка будет небольшая. Думаю, хватит четырех гирлянд для водопада и трех для вальсирования. Всего семь гирлянд. Если расположить светодиоды на расстоянии 5 см друг от друга, то понадобится, не знаю, получится ли эффект «бегущих и кружащихся огней», но мне понадобится для водопадной гирлянды 150 : 5 = 30 светодиодов, или 120 для 4 гирлянд водопада (золотой, однако, водопад). И для вальса еще, приблизительно, столько же. Итого, более 200 светодиодов (уже кружится). Пришла пора посмотреть, что есть из светодиодов в продаже?

Поскольку Интернет у меня подключен, осталось в Web-обозреватель ввести координаты www.chip-dip.ru. В разделе светодиодов мое внимание привлекает группа светодиодов с приставкой Super, информацию о которой я загружаю на рабочий стол. Интересная группа светодиодов, хотя меня не устраивает их конструкция. Конструкция меня не устраивает до тех пор, пока я не взглянул на их цену. После этого мне не понравился и их цвет. Заглянем в раздел сверхярких отечественных светодиодов. Скачаем и сохраним файл с их данными. Конструктивно они более удобны, чем предыдущие, но цена... Нет, пожалуй, меня не устроит и конструкция этих светодиодов.

Пойдем от противного – от цены. Самые дешевые светодиоды стоят около двух-трех рублей. Даже при такой цене светодиода стоимость гирлянды достаточно высока. Но, нет худа без добра, это позволит мне свободней подойти к выбору блока управления. В начальный момент меня смущала разница в стоимости микроконтроллера и нескольких цифровых микросхем. Сейчас, когда основная стоимость проекта приходится на гирлянды, разница в несколько десятков рублей, смущавшая меня раньше, решающего значения не имеет.

Пока я рассматривал каталог светодиодов, я обзавелся несколькими документами в формате pdf. Временно я положил их в папку с надписью «Светодиоды» (с этого у меня всегда начинается складирование полезных документов).

Что же, на данном этапе я знаю, что я хочу, я знаю, как я хочу это сделать, и могу оценить стоимость проекта. Все в первом приближении. Запишем это в тот «листок», что лежит под рукой:

1. Семь гирлянд из светодиодов – четыре для водопада, три для вальса.
2. Общее количество светодиодов: 200 штук по цене 2.5 руб.
3. Управление: либо цифровые микросхемы, либо микроконтроллер.

Для платформы Linux есть программа EDA, позволяющая работать как с обычной элементной базой, так и с микроконтроллерами – KTechlab. Разумно, пожалуй, использовать ее для разработки двух версий

проекта. Затем можно сравнить обе версии, решив, какая из них интереснее.

С некоторыми вопросами слегка прояснилось. В моей домашней папке появилось несколько папок, относящихся к проекту, и, если я не хочу создавать «бездорожья», я попробую организовать свою работу по-новому. Есть офисные программы, и в Windows, и в Linux, для создания баз данных. Я не только о них слышал, но даже однажды (или дважды) пробовал создать базу данных для своих нужд, но быстро отказывался от этого по причине спешки. Сейчас, начав новую жизнь, начну создавать базу данных проекта. Запускаем программу Kexi (Access в Windows), создаем файл проекта и таблицу для проекта:

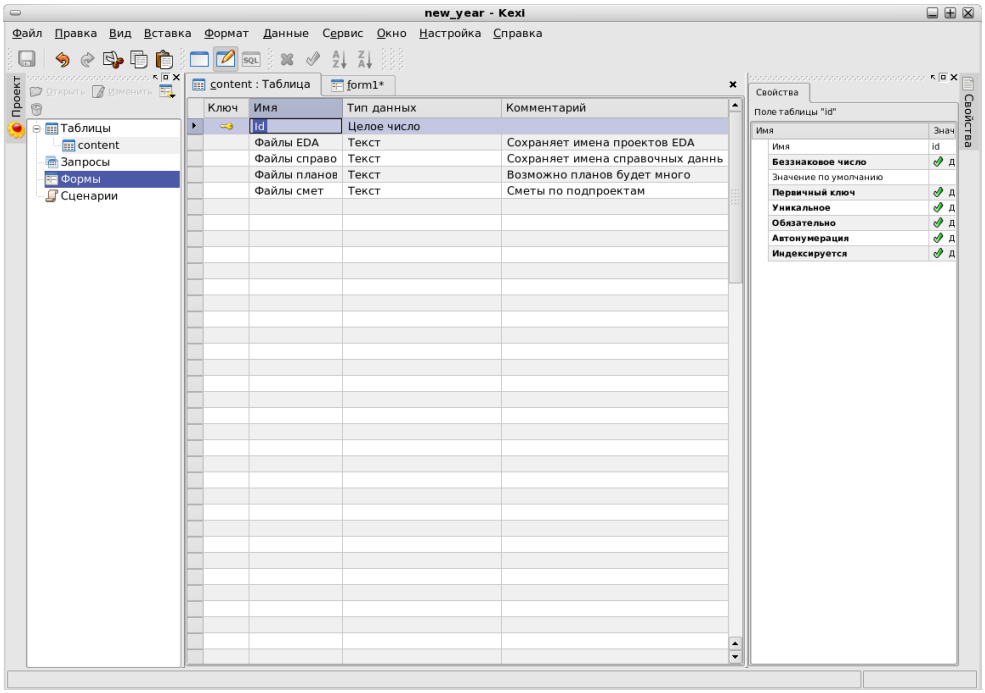


Рис. 3.3. Создание таблицы для базы данных проекта

Пока я еще смутно представляю, что именно я хочу сделать в организационном плане, поскольку с базами данных, как уже говорил, активно не работал. Можно углубиться в чтение литературы по этому интересному вопросу, но уйдет много времени, а мне не хотелось бы тратить на это «много» времени. Попробуем сделать «по месту».

Кроме таблицы есть запросы и формы (о сценариях пока и думать не хочу). Я представляю свою базу данных в виде некоторой большой картотеки с несколькими ящичками, стоящими на нескольких полках. Вероятно, форма должна соответствовать таблице и организовывать разделы картотеки? Попробуем создать форму:

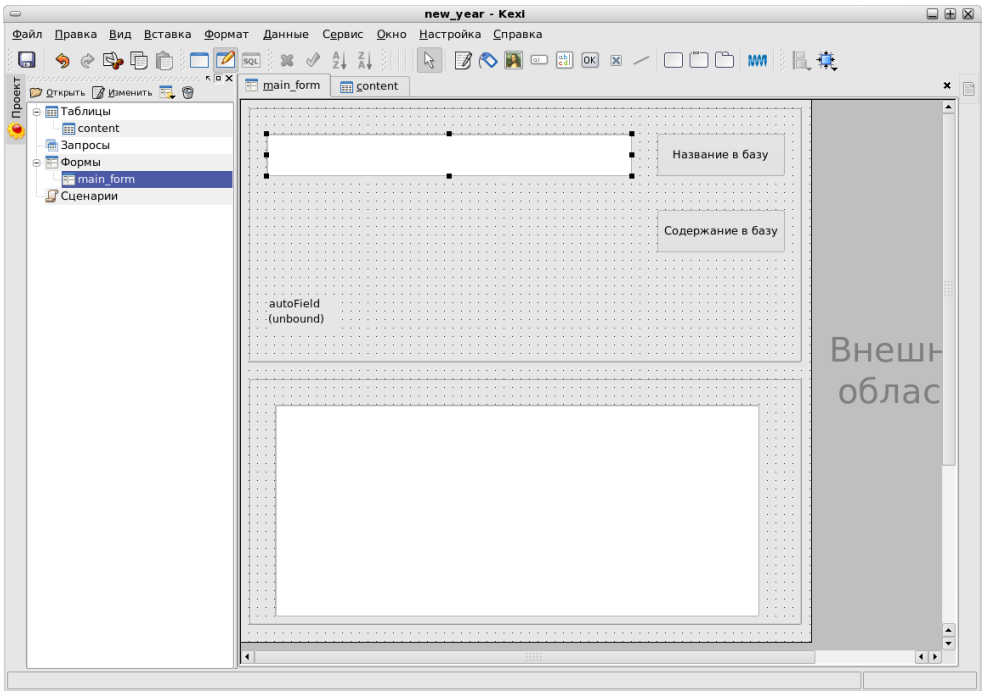


Рис. 3.4. Создание формы для базы данных проекта

Создание формы базы данных лично мне напоминает аналогичное создание формы в средах программирования. Но там я немного представляю, что делать дальше с формой, здесь же не ведаю, не понимаю. Обычно в схожих ситуациях помогает рассмотрение примеров, если они приходят вместе с программой. Попытка загрузить пример мне ни чуть не помогает. Но пример очень красочный. Раскрасим и нашу форму.

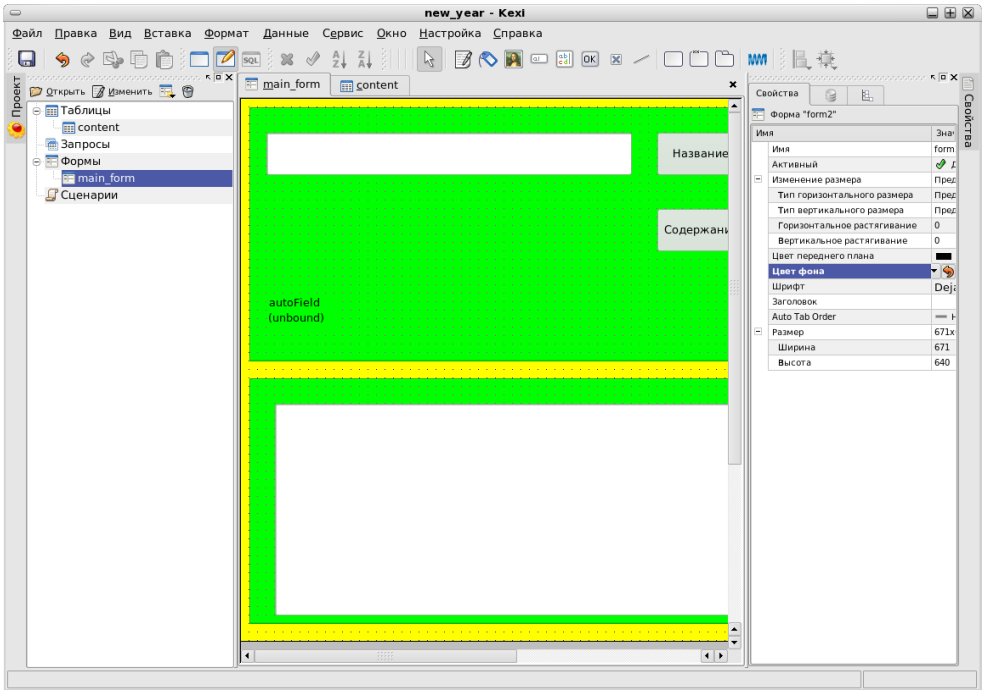


Рис. 3.5. Изменение цвета формы

Занимаясь раскраской, я нажал правую клавишу мышки, когда курсор находился на клавише **Название в базу**. В выпадающем меню появился пункт **Назначить действие**. После раскраски я выбираю этот пункт меню и получаю предложения по назначению действий кнопке:

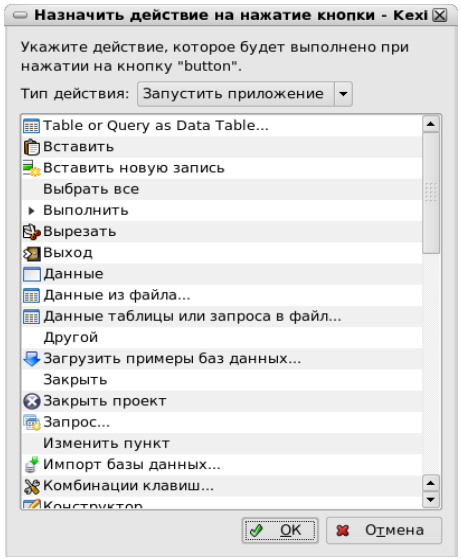


Рис. 3.6. Перечень возможных действий при нажатии клавиши

А не поможет ли нам это?

По прошествии часа разборок я с удивлением для себя выясняю, что все гораздо проще. А именно: запускаем программу Kexi, открываем левую панель, если она закрыта, с помощью вкладки слева, при наведении курсора на которую появляется надпись «Проект»:

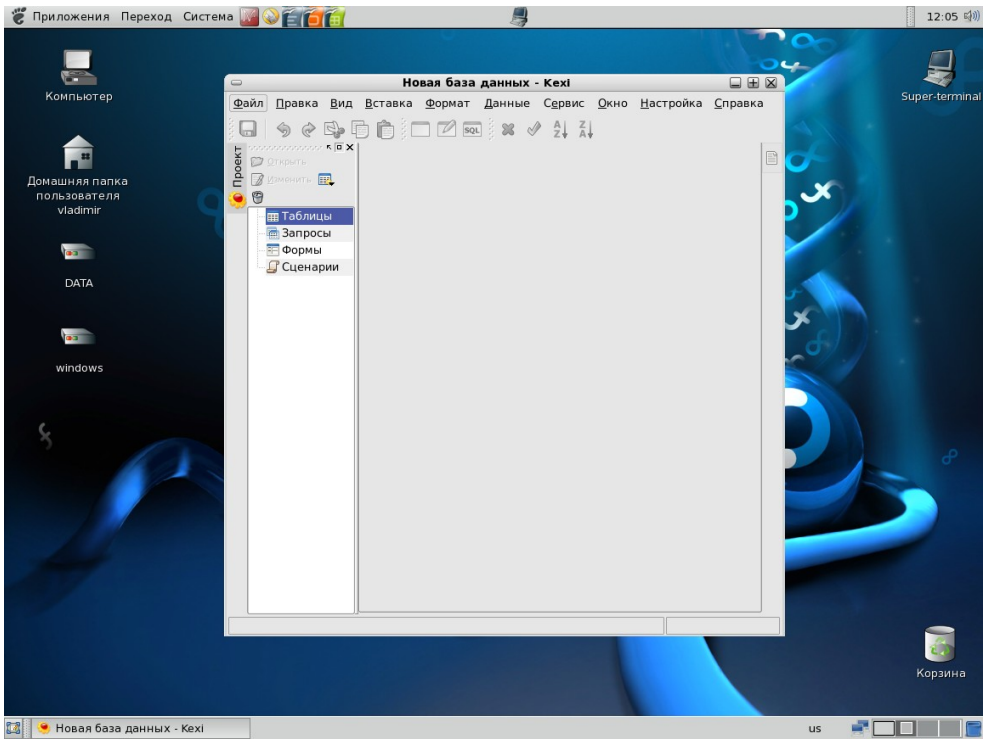


Рис. 3.7. Создаем новую базу данных проекта

Если теперь щелкнуть левой клавишей мышки по выделенной надписи «Таблицы», то в выпадающем меню появится пункт **Создать объект: таблица**. Нажав на этот пункт меню левой клавишей мышки, мы получим таблицу. В ячейках таблицы можно ввести нужные нам сведения о проекте, например: название, место расположения, аннотация, и, я позволю себе это, рисунок. Все выполняется обычным для работы с таблицами образом, то есть, выделяется ячейка (вначале **Имя**), куда вписывается назначение ячейки «*Название проекта*», вписывается просто введением текста с клавиатуры; в следующей ячейке указывается тип данных, в данном случае «текст», который появляется после щелчка по ячейке. После щелчка по следующей строке вводим новое назначение ячейки «*Место расположения*», и тип данных «текст», и т. д. С

рисунком поступаем следующим образом. Ячейка «Тип данных» имеет справа кнопочку выбора, нажав на которую, можно выбрать тип данных – объект. И в завершение построения последняя ячейка «Дата» с типом данных – дата и время. Создание таблицы закончено. Теперь обычным образом, скажем, щелчком по иконке с дискетой на инструментальной панели, сохраняем таблицу, назвав ее new_year_tab в появившемся окне диалога сохранения, соглашаемся добавить первичный ключ, и аналогично создаем форму, выбрав в левой панели проекта раздел «Формы».

Если присмотреться к появившейся справа панели свойств объектов, то можно заметить еще две вкладки. Следующая вкладка приводит нас к созданию связи формы с ее содержанием. Для этого выбираем в графе **Источник данных формы** вновь созданную таблицу, и следуем инструкции ниже, то есть, перетаскиваем пункты таблицы на форму.

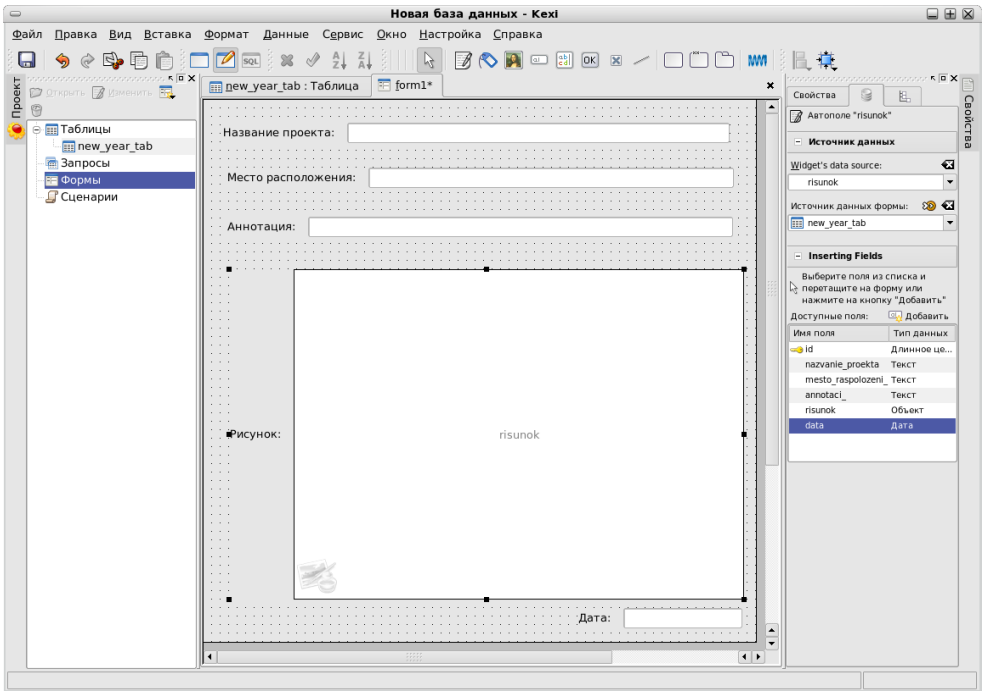


Рис. 3.8. Новая форма базы данных проекта

После перетаскивания разделов таблицы на форму их можно поправить: изменить размеры полей, переместить на другое место. При перемещении работает и перетаскивание мышкой, и смещение с помощью курсорных клавиш клавиатуры.

Осталось сохранить форму, назвав ее new_year_form. Теперь можно закрыть обе боковые панели и перейти от режима конструирования, где мы проделали всю подготовительную работу, к режиму просмотра данных. Я делал это с помощью клавиш на инструментальной панели, а можно из основного меню через пункт **Вид**, где есть подпункты **Данные** (куда нам надо) и **Конструктор** (где мы есть). Выбираем **Данные** и оказываемся на месте. Можно изменить размеры обычным образом, чтобы удобнее расположить форму на экране, а затем вписать свои первые данные, как показано на рисунке ниже. Для вставки рисунка щелкните правой клавишей мышки в окне, отведенном для рисунка, и из выпадающего меню выберите пункт **Вставить из файла**, укажите этот файл в диалоговом окне выбора файла, и можете продолжать пользоваться созданной вами базой данных.

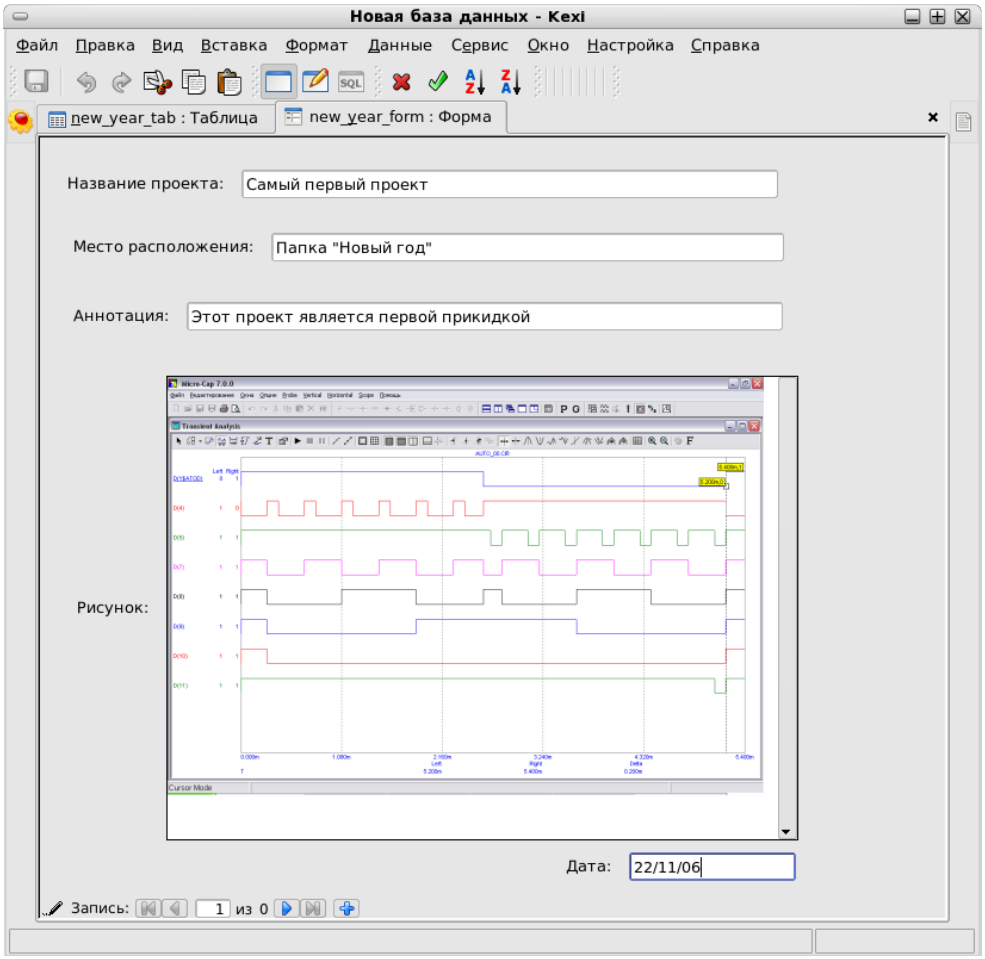


Рис. 3.9. Вид готовой формы базы данных проекта

Внизу появляется набор для управления базой данных. Выбирая клавишу со стрелкой вправо, вы создаете новую запись. И можете выбирать любую из двух записей, или создать новую запись. После создания новой записи она будет появляться при следующем входе в базу данных, если не забыть нажать на клавишу с изображением плюса в нижней части формы перед закрытием базы данных.

Рисунки для добавления в базу данных можно собирать и сохранять с помощью сервиса сохранения изображения экрана в формате рисунков. Как и в Windows, это можно сделать с помощью клавиши **Print Screen** для получения изображения всего экрана, или клавиш **Alt+Print Screen** для получения изображения активного окна. В созданную мною форму базы данных сохраненное изображение полностью не поместится. Его нужно масштабировать. Делаю я это «по-простому». Изображение предлагается сохранить на рабочем столе, с чем я соглашаюсь. Затем, когда оно появляется на рабочем столе, я щелкаю по нему правой клавишей мышки и из появившегося меню выбираю **Открыть в программе Gimp**. Gimp – это программа работы с изображениями не менее удобная и мощная, а, по отзывам некоторых специалистов, более мощная, чем программа PhotoShop. Когда рисунок открыт, я в основном меню выбираю пункт **Изображение** и подпункт **Масштабировать**. Уменьшив в два раза количество пикселей «на душу населения», я получаю подходящий размер, который сохраняю, а затем помещаю в базу данных. Удобно. Практично.

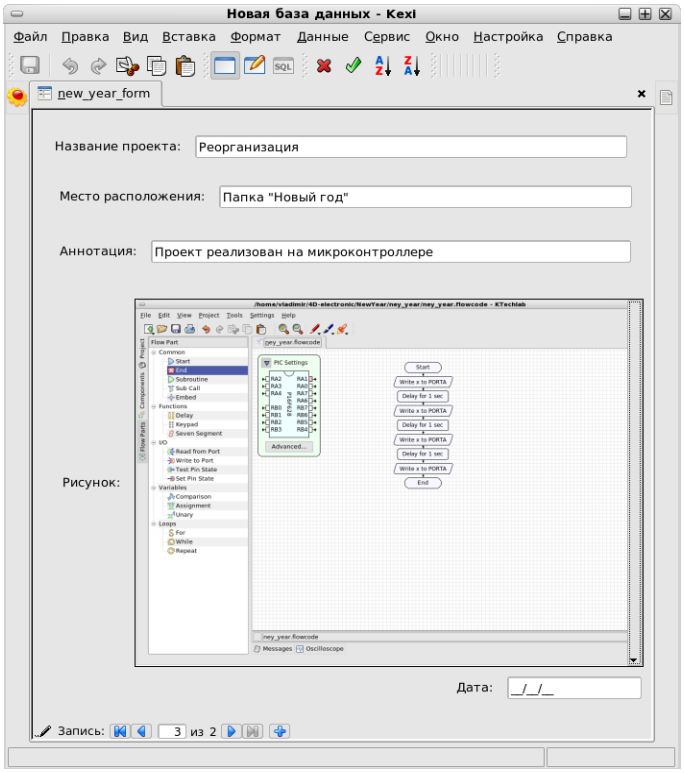


Рис. 3.10. Еще один пример работы с базой данных проекта

Очень мне это нравится. Впредь буду для всех проектов создавать базу данных.

Как сегодня часто слышишь в рекламе: «Но и это еще не все! Если вы позвоните нам сейчас, то получите в подарок...», то получите в подарок, а вернее обнаружите в своем дистрибутиве Linux еще один офисный пакет, который называется OpenOffice.org, и в нем вы найдете все необходимое, чтобы повторить вышесказанное. Пользуйтесь тем офисным пакетом программ, который вам больше нравится.

А чтобы не огорчать, тех, кто еще пользуется платформой Windows, вы тоже можете пользоваться бесплатным пакетом офисных программ OpenOffice. Он есть для разных операционных систем.

На рисунке 3.10 можно разобрать версию проекта – проект с использованием микроконтроллера. А мы еще не разобрались с другими вариантами. Вернемся к работе над елочной гирляндой.

В одной гирлянде «водопада», как мы хотели, будет 30 светодиодов. Нужно ли нам делать для управления отводы от всех светодиодов? Если каждый из светодиодов будет выведен отдельным проводом (общий провод остается общим), возможностей в управлении больше, но количество проводов будет слишком большим. Но сколько нужно светодиодов в управлении, чтобы получить эффект «бегущего огня»? У меня есть предположение, что достаточно трех светодиодов. Создав группу из 3 светодиодов, мы получим 4 провода, из которых 3 для управления. Соединять будем так, что все первые светодиоды в гирлянде соединяются вместе, все вторые, и все третьи тоже. Итого для 4 гирлянд водопада, объединив их группы вместе, мы получим те же 3 провода управления. Наши гирлянды «вальса» должны управляться независимо. Но, в смысле управления, они ни чем не отличаются от гирлянд «водопада». Значит, и здесь нам будет достаточно 3 проводов для управления. Всего же мы будем управлять 6 группами по 6 проводам управления.

Для чего нужны эти расчеты? Я предположил, что можно будет сделать управление на цифровых микросхемах и на микроконтроллере. Но выводов у микроконтроллера никак не 200. Можно, конечно, поставить соответствующее количество микроконтроллеров, но при этом стоимость проекта очень сильно возрастет. Предварительный подсчет в этом отношении успокаивает, так как нужное количество выводов у одного микроконтроллера, я думаю, мы найдем. Следовательно, оба варианта управления остаются.

Теперь пора спланировать дальнейшую работу. Можно открыть листок бумаги, на котором мы начали работу над проектом, и добавить план работы (картинку с елкой я уже добавил).

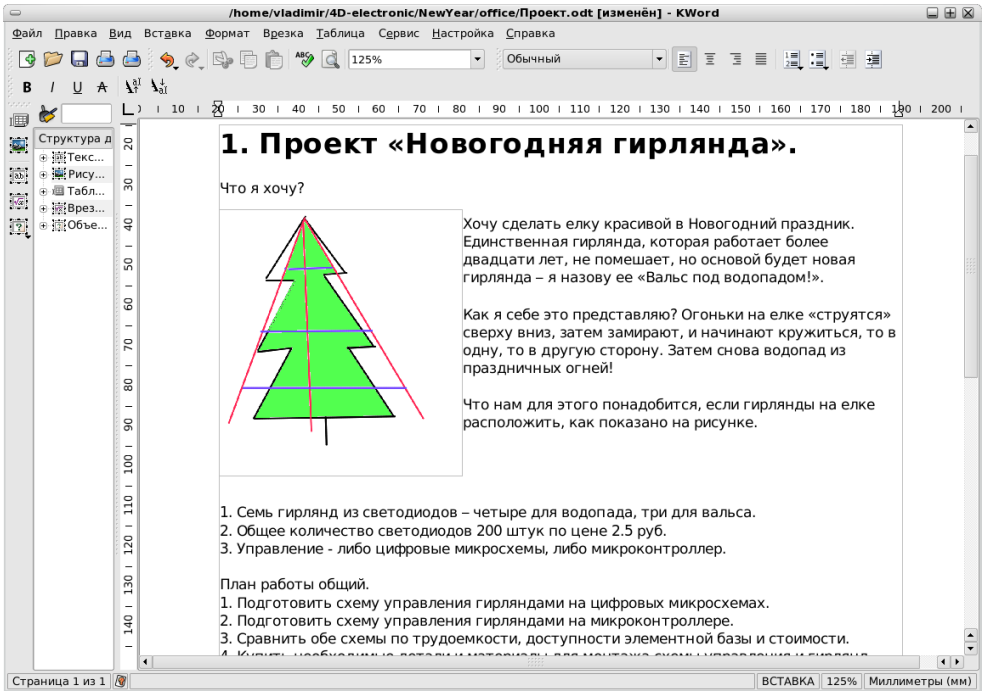


Рис. 3.11. Начало планирования работы над проектом

В сущности, современные текстовые процессоры настолько мощный инструмент, что можно использовать их для всех своих нужд. Я вполне обхожусь текстовым процессором для написания отчетов и разного рода записок, включающих небольшие схемы, и рисунки, и фотографии. Но я хочу показать еще одно удобное офисное приложение. Планировщик проектов в составе KOffice под названием KPlato. В нем мы начнем планирование проекта «Новый год»:

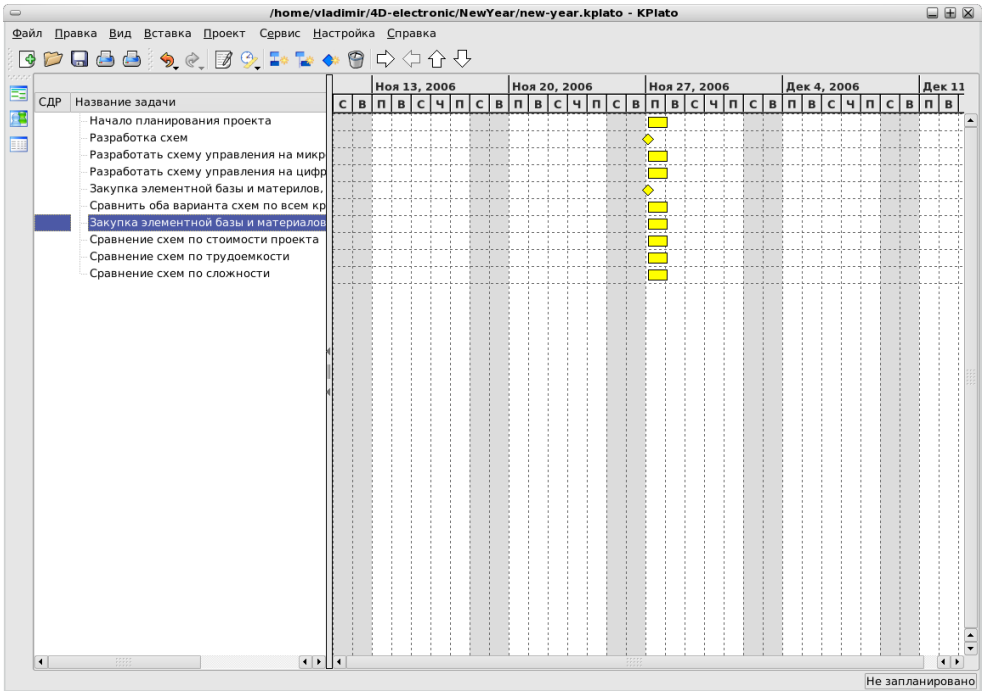


Рис. 3.12. Создание плана работы в программе KPlato

При запуске программы можно создать новый проект, используя шаблон. К проекту можно сразу добавить этапы работы и задачи с помощью пункта меню **Вставка-Задача**. В открывающемся диалоге задачи ее можно назвать, назначить дату начала выполнения, и задать много других параметров задачи.

Любой проект такого рода вполне можно рассматривать как совокупность задач, с последовательностью

их выполнения, ресурсов и контрольных точек, необходимых для определения состояния дел и внесения корректив.

Если в основном окне проекта с помощью мышки так же, как проводится линия в графическом редакторе, соединить все задачи, а затем нажать на инструментальной панели клавишу с иконкой будильника и линейки, то все задачи распределятся по дням. Графическое представление проекта помогает лучше осознать последовательность действий. В проект легче вносить изменения. Позже, когда проекты станут сложнее, программа управления проектами поможет сэкономить много времени и сил.

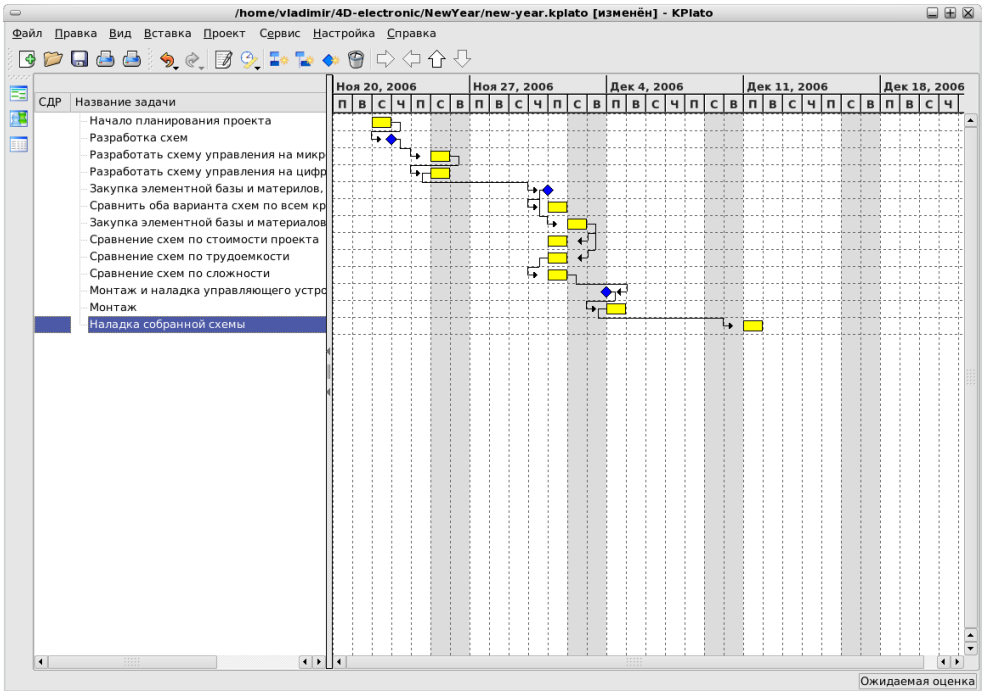


Рис. 3.13. Вид плана работы после установки связей между задачами

По плану вначале следует создать схему управления на цифровых микросхемах. Открываем программу, как и было решено, KTechlab. Полную задачу разобьем на подзадачи – вначале решим задачу «бегущего огня» (скорее «бегущего погасшего огонька»). Это даст нам движение. Затем рассмотрим задачу смены гирлянд, переход от «водопада» к «вальсу».

Что касается схемы, решений для первой подзадачи существует не одно, но в самом простом случае можно использовать схему на цифровом десятичном счетчике. Счетчик последовательно активизирует свои выходы, и, если поставить на выходы инверторы, то получится «бегущий погасший огонек». Десятичный счетчик при использовании трех светодиодов в группе (такая у меня была идея) дает хорошее представление о решении задачи, но создает дополнительную проблему – без вспомогательных цепей на гирлянду будут работать только три из десяти выводов, за которыми следует пауза ожидания завершения цикла. Чем заполнить эту паузу, или как ее устранить, это еще одна подзадача.

К сожалению я не нахожу в программе KTechlab десятичного счетчика. Приходится использовать двоичный. Разница в том, что на выводах двоичного счетчика сигналы активизируются в коде 1-2-4-8. То есть на его четырех выводах появляются сигналы не по одному, а в логике кода. Приходится придумывать, как модифицировать работу счетчика под мои нужды. Добавив еще несколько элементов, я начинаю понимать, что одновременно я решил подзадачу «простоя». С шестью светодиодами схема выглядит следующим образом:

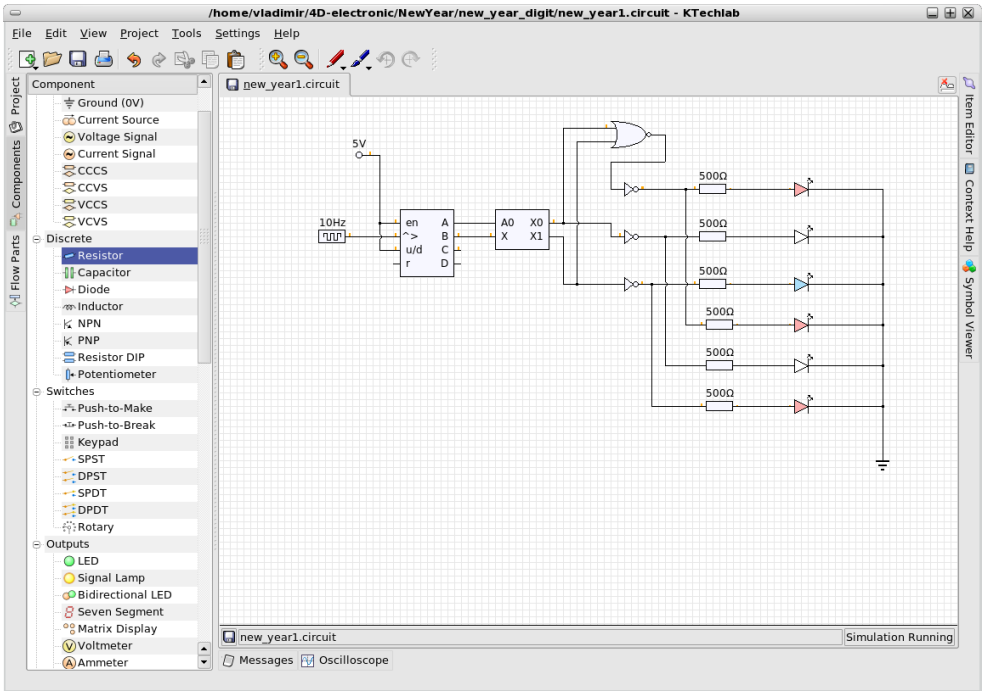


Рис. 3.14. Схема проекта на цифровых микросхемах

Попутно отмечу, что вход u/d счетчика меняет направление счета. Можно использовать это в работе гирлянд «вальса», заставляя бегущий огонек останавливаться, а затем двигаться в обратную сторону. Нужно ли это, я решу позже, а сейчас, чтобы ускорить процесс разработки, я только повторю нарисованную схему для оставшейся группы гирлянд, не внося ничего нового. Для переключения двух основных групп, вертикального и горизонтального движения, я использую выводы r (сброс) счетчиков и еще один тактовый генератор, работающий на очень низкой частоте. Теперь схема выглядит так:

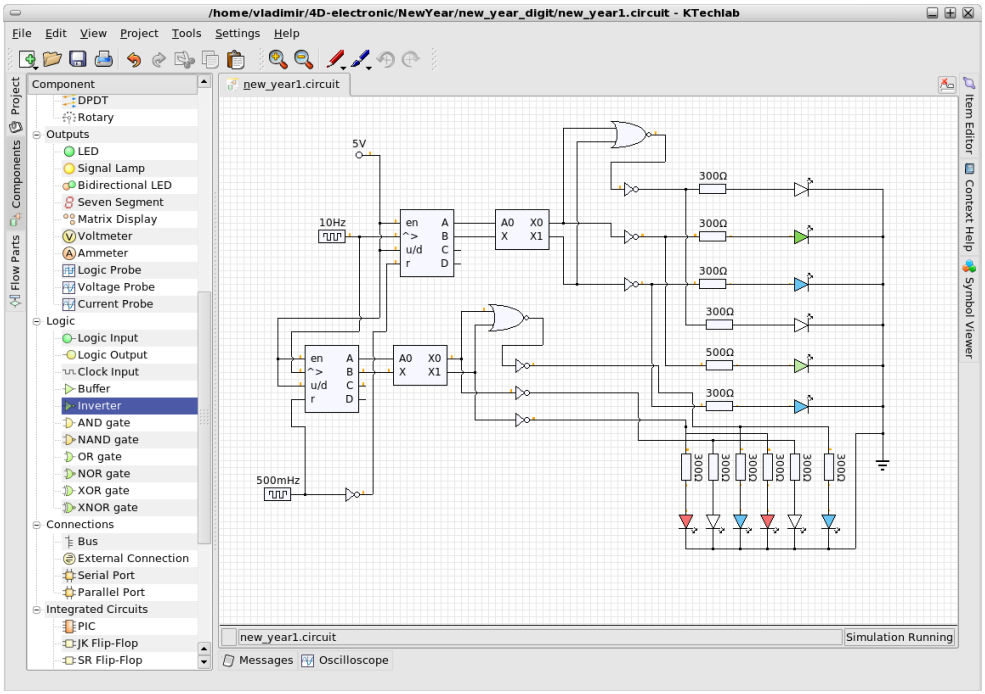


Рис. 3.15. Схема с двумя группами гирлянд: «водопад» и «вальс»

Группы работают попеременно, частоту генераторов, скорее всего, следует подобрать при наладке «по вкусу». Что ж, этот предварительный этап работы выполнен. Можно внести коррективы в план проекта и приступить к следующему этапу – построению схемы на микроконтроллере. Я выбираю PIC16F628A, с

которым немного знаком. Вы можете выбрать другой.

Мой прошлый опыт по строительству «Умного дома» на микроконтроллере предостерегает меня от поспешных решений. И прежде чем приступать к реализации задачи, я проверю свою работу на маленькой подзадаче, которую, впрочем, можно считсть и подзадачей проекта – я воссоздам в рамках программы KTechlab тестовую программу, взятую из Интернета. Программа написана на языке «С».

```
main() {
        unsigned int k;
        CMCON = 0x07;
        TRISA = 0b11111110;
repeat:
        for (k=0; k<45000; k++);
        bitset(PORTA, 0);
        for (k=0; k<45000; k++);
        bitclr(PORTA, 0);
        goto repeat;
        }
```

На основе этой программы я задам начальные настройки проекта – сделаю записи в регистры CMCON и TRISA. Как видно на рисунке 3.16, графическое изображение микросхемы контроллера имеет клавишу **Advanced...**, нажав на которую оказываешься в диалоговом окне задания значений переменных и установок портов. Там и пропишем переменные инициализации. Это достаточно просто – вписать двоичное значение рядом с TRISA, дважды щелкнуть в разделе **Initial Variable Values** (инициализация значений переменных) под надписью Variable, ввести переменную (то есть, CMCON) и в следующей ячейке, к которой можно переместиться с помощью клавиши «стрелка вправо» на клавиатуре, просто ввести 7 и нажать клавишу **Enter**. Затем последовательно нажимаем клавиши **Apply** и **OK**. Переносим из меню компонент первый блок программы Start и дополняем его блоком Repeat, поскольку вся программа это цикл (в данном случае бесконечный). Чтобы сделать его бесконечным или конечным, мы можем задать условие проверки цикла никогда не выполняющимся или выполняющимся. Внутри цикла мы устанавливаем младший вывода порта А в единицу (в соответствии со строкой программы `bitset(PORTA, 0)`), делаем паузу (`delay`), соответствующую циклу `for`, а затем устанавливаем бит в ноль (соответственно со строкой `bitclr(PORTA, 0)`).

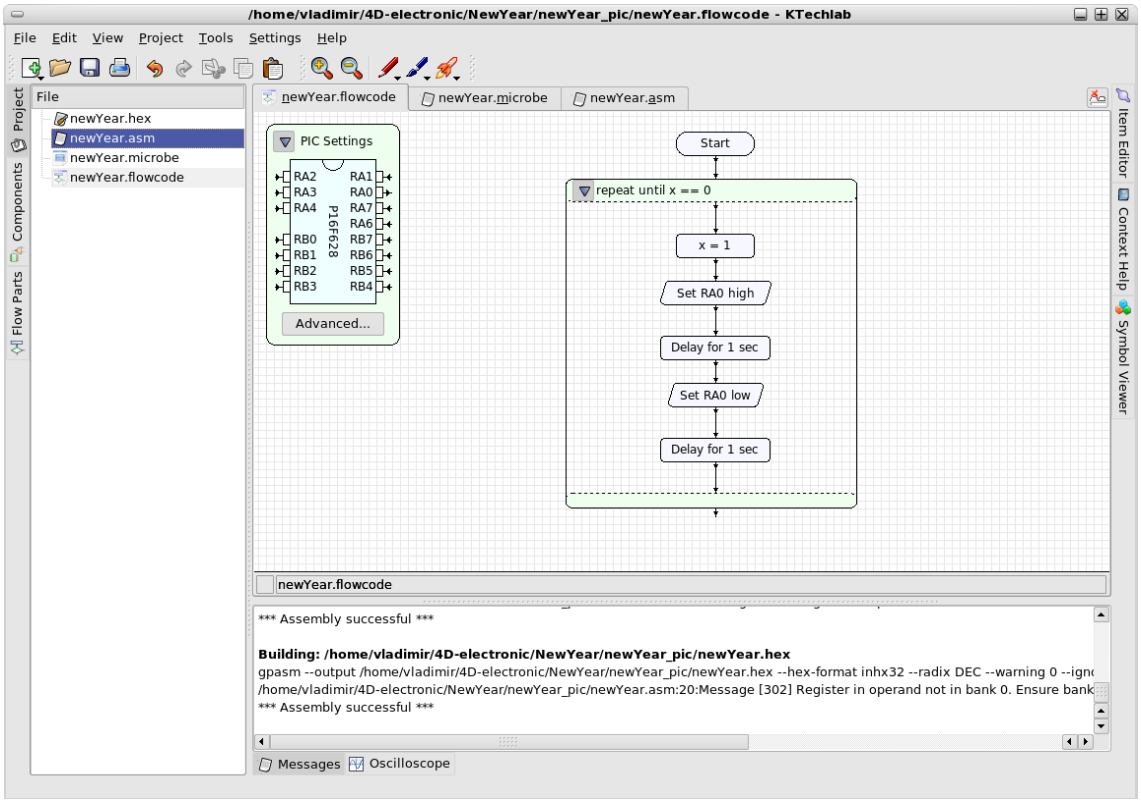


Рис. 3.16. Программирование микроконтроллера в программе KTechlab

Значок с изображением ракеты позволяет нам транслировать программу, которую мы написали «с таким трудом», в коды пригодные для загрузки в программатор, в ассемблерные коды для отладки или сразу записать программу в микроконтроллер, если вы пользуетесь программатором, совместимым с программой KTechlab.

Отладка программы. Для этого существует отладочная программа, называемая gpsim. Кроме нее понадобится и пакет утилит gputils. Сейчас я слегка запамятовал, сразу ли можно запустить симулятор из программы, или нет, но не буду обращаться к руководству, уж очень мне не терпится попробовать, работает ли программа? Запускаем…

Раскрою маленький секрет, не работает.

Первая ошибка, на рисунке я, конечно, все поправил – не обязательно всем знать, что я был неправ, первая ошибка в том, что блоки программы я совместил, но не соединил. Их, похоже, надо соединять, наподобие элементов обычной схемы, которые соединяются проводниками (нужно бы заглянуть в руководство!). Не сделав этого, я получаю программу, которая работает, но, естественно, ничего не делает (как в жизни).

После исправления первой ошибки, я сталкиваюсь с тем, что, запуская программу на трансляцию, и выбрав сохранение в файл, я вижу сообщение об ошибке и не вижу файла, который заказывал. Тогда я выбираю вариант вывода на дисплей, а появляющийся файл сохраняю с нужным расширением, как обычный файл через **File-Save as…** основного меню. Затем добавляю файл в проект. Для трансляции программы на инструментальном меню есть клавиша с нарисованной ракетой. Если нажать стрелочку справа внизу от клавиши, то открывается меню выбора типа трансляции. Я последовательно, сохраняя порядок, при котором не возникает ошибок, провожу все виды трансляции проекта, задавая соответствующие расширения файлам вначале в .microbe, затем в .asm (Assembly), и, наконец, в .hex файл. Заглянув в папку с проектом, я, к своему удовольствию, нахожу еще один файл, имеющий расширение .cod. Если бы этого файла не было, пришлось бы запускать отдельную трансляцию ассемблерного файла с помощью программы gpasm из состава gputils. Этот файл, если я ничего не путаю, мне нужен для отладки.

Теперь я запускаю программу отладчика gpsim, она, к слову, запускается, во всяком случае на моем компьютере, либо из терминала, либо, если вы создали кнопку запуска, с обязательной опцией **Запускать из терминала**. Запускаю я отладчик обычным образом через **File-Open**, открывая файл с расширением .cod. Осталось нажать клавишу **Run**, но предварительно для удобства откроем окошко макетной платы (Windows-Breadboard), и получим очень красиво работающую отладку программы.

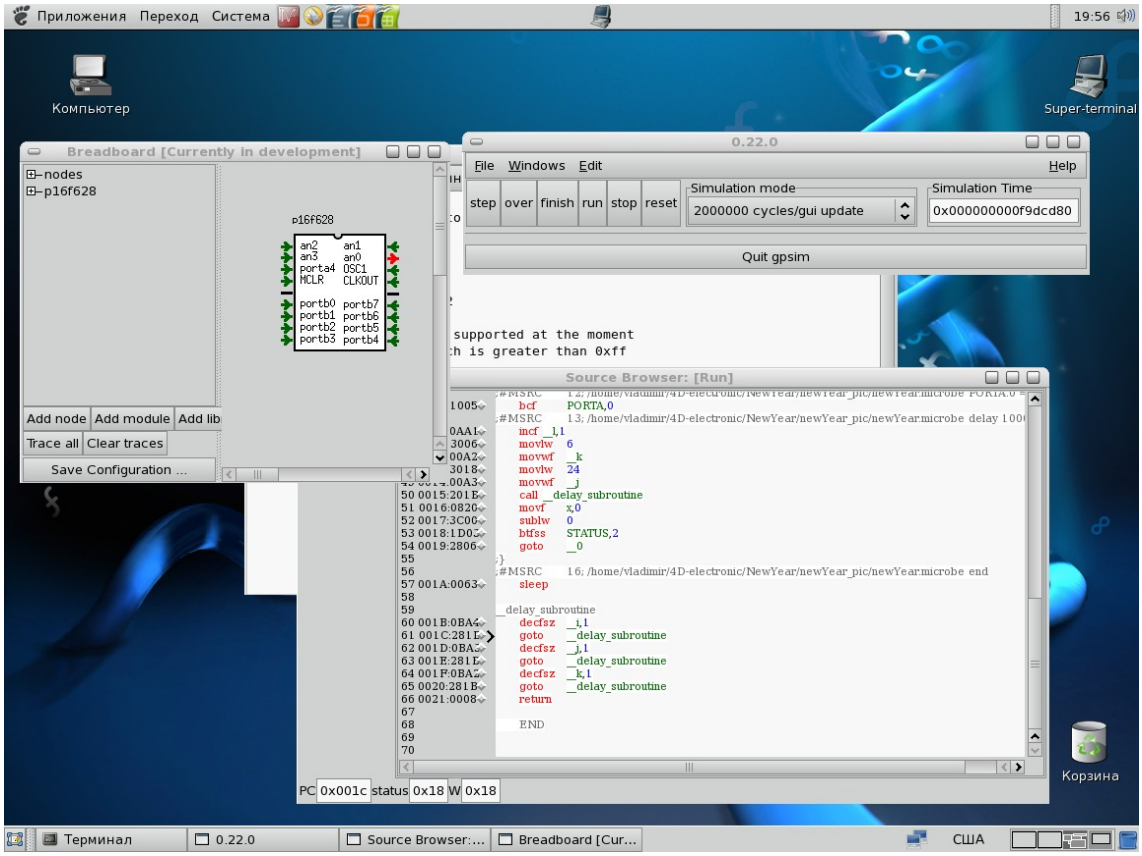


Рис. 3.17. Отладка программы в отладчике gpsim

Если присмотреться к рисунку 3.17, то можно увидеть в окне макетной платы напротив вывода an0 стрелочку, направленную не так, как остальные, и другого цвета. При работе отладчика она меняет цвет в моменты активизации младшего вывода порта А, как мы заказывали в программе. Не буду смотреть руководство, потом посмотрю, когда буду включать его в Приложение.

Программа KTechlab может работать с несколькими типами, и разными моделями, программаторов. Ничто не мешает использовать внешнюю программу, как например PonyProg2000, и программатор, о котором я говорил в книге «Система «Умный дом» на микроконтроллере PIC16F628A», но я хочу попробовать другой программатор. Есть программатор EXTRA-PIC, который можно, заказав, получить по почте через почтовое агентство «Десси» (бывший посылторг), и который стоит не столь дорого – 650 рублей. У меня есть возможность подъехать и купить его, сделав заказ через Интернет. Кроме готового программатора можно приобрести набор для его сборки, который стоит дешевле – 500 рублей. Я не уверен, что программатор будет работать с программой, но попробовать стоит.

Для тех же, кому интереснее собрать программатор самостоятельно, я приведу схему программатора. По моим прикидкам такой программатор обойдется в 50-100 рублей. Но это чуть позже. А сейчас я сделаю перерыв, записав в план работ дополнительный пункт «Приобретение оборудования».