

Лабораторная работа №1

Программирование арифметических операций с фиксированной запятой на базе микроконтроллера

Цели работы:

- 1) получить практические и теоретические навыки по созданию и отладке программ на языке ассемблера для микроконтроллера ATmega328 в симуляторе Atmel Studio 7;
- 2) изучить принципы моделирования цифровых устройств в САПР Proteus;
- 3) разработать программу вычисления арифметического выражения с фиксированной запятой для микроконтроллера ATmega328;
- 4) выполнить моделирование разработанной программы в САПР Proteus.

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Микроконтроллер ATmega328

Подробное описание микроконтроллера ATmega328 приведено в соответствующем даташите: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf или в папке на сервере:

Docs:\ПОВС\Литература\ATmega328_datasheet.pdf

1.2 Atmel Studio 7

Уроки по работе с микроконтроллером ATmega в среде Atmel Studio 7 можно найти на следующих ресурсах:

- 1) <https://narodstream.ru/avr-urok-2-sozdanie-proekta-v-atmel-studio/> (описание + видеоуроки)
- 2) <https://www.youtube.com/watch?v=OtFCwscSPf4> (симуляция работы ATmega 328 со светодиодом в Proteus)
- 3) <https://www.ruselectronic.com/emulyatsiya-proekta-na-mk-avr-v-programme-proteus/> (пример подключения прошивки к микроконтроллеру в Proteus)
- 4) <https://www.youtube.com/watch?v=8XRIhIvnewA> (пример создания первого проекта в Proteus + разработка программы в Atmel Studio + подключение прошивки к микроконтроллеру и симуляция проекта).

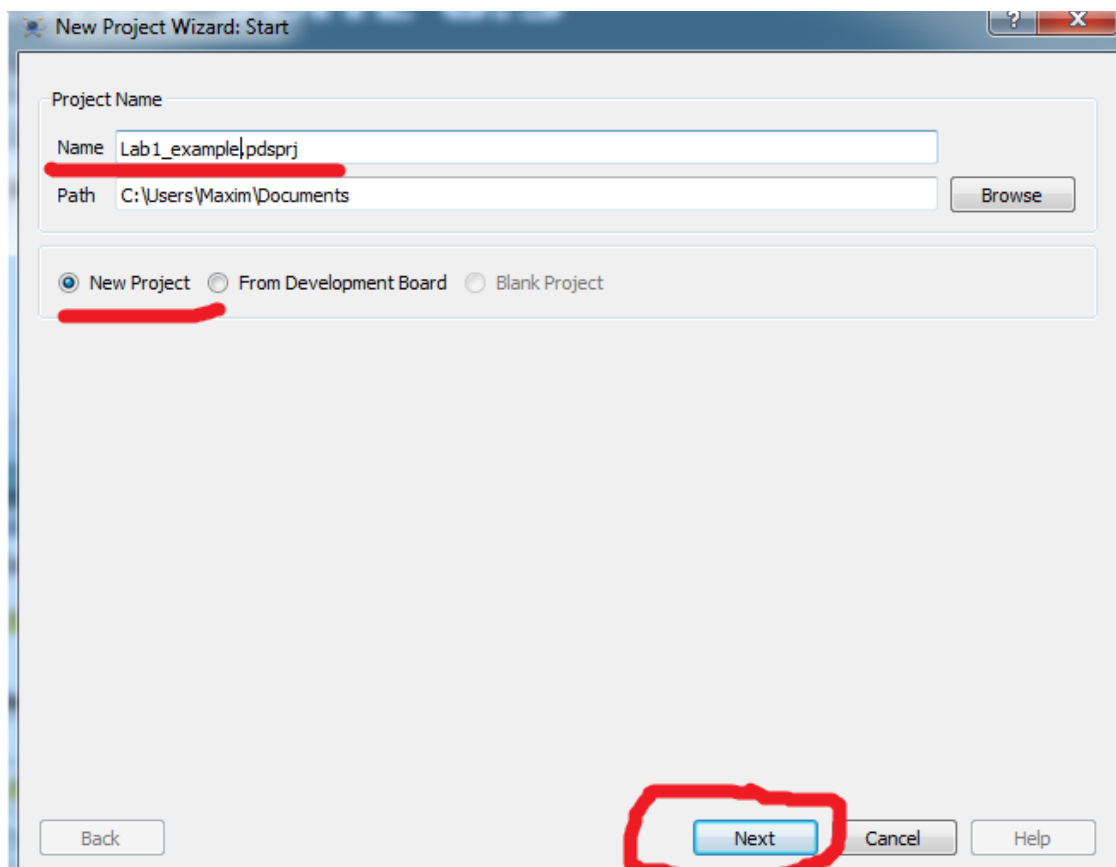
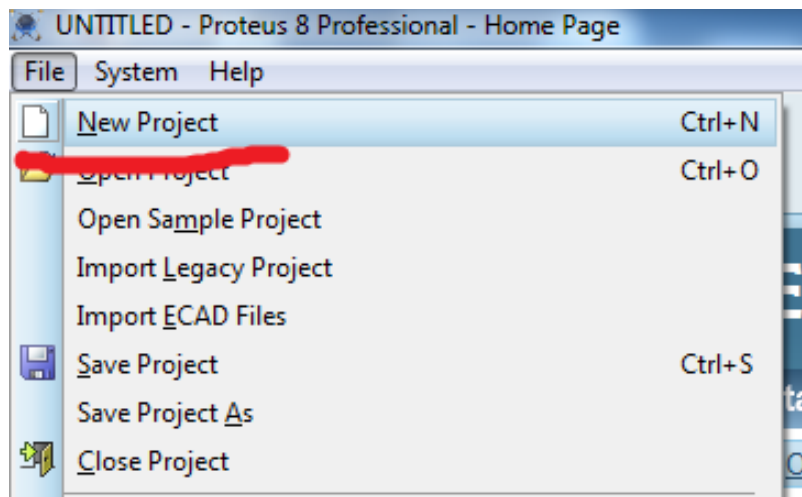
1.3 САПР Proteus

Система автоматизированного проектирования (САПР) Proteus позволяет моделировать и отлаживать работу различных устройств.

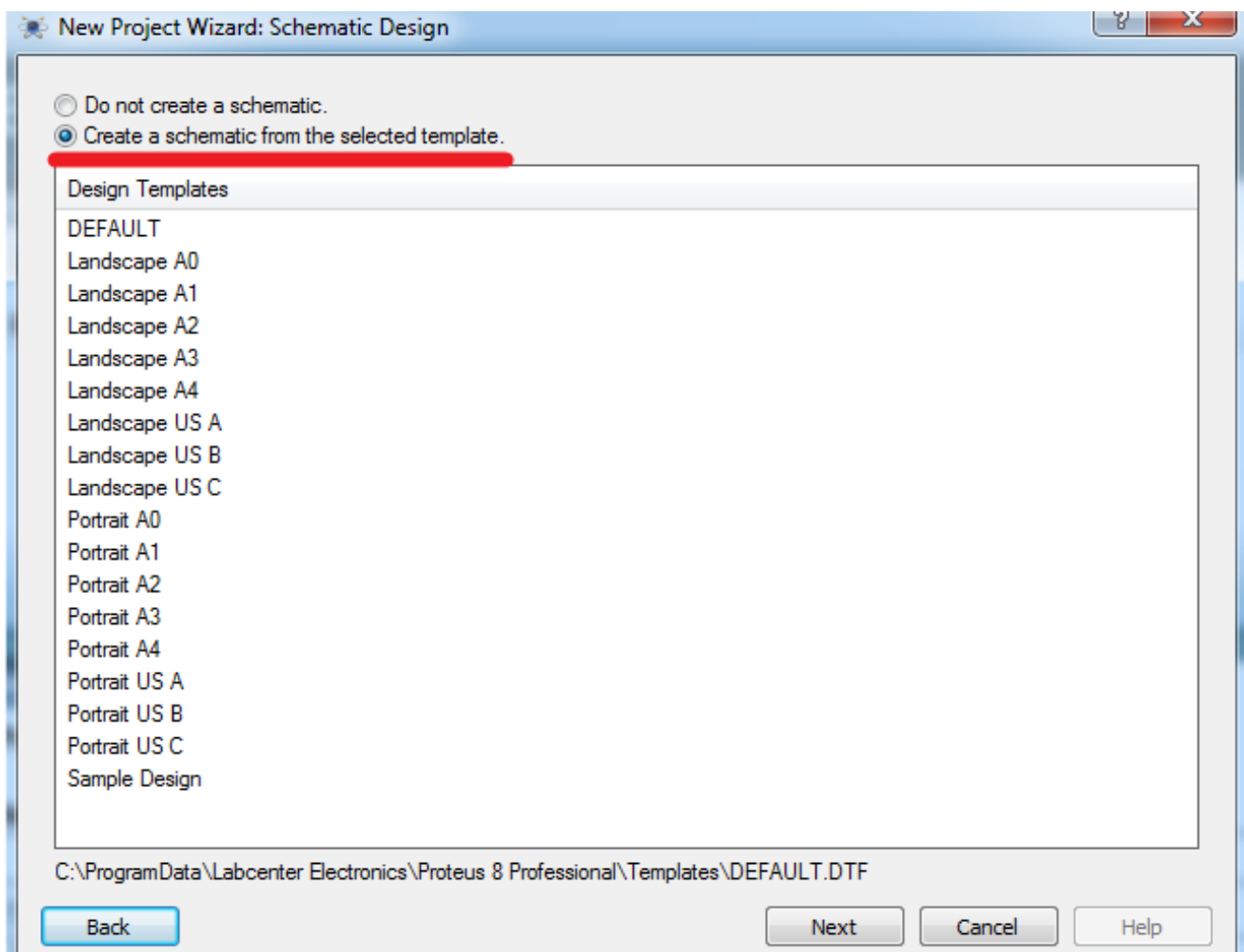
1.3.1 Создание нового проекта

Ниже приведён пример создания проекта под МК Motorola MC68HC11.

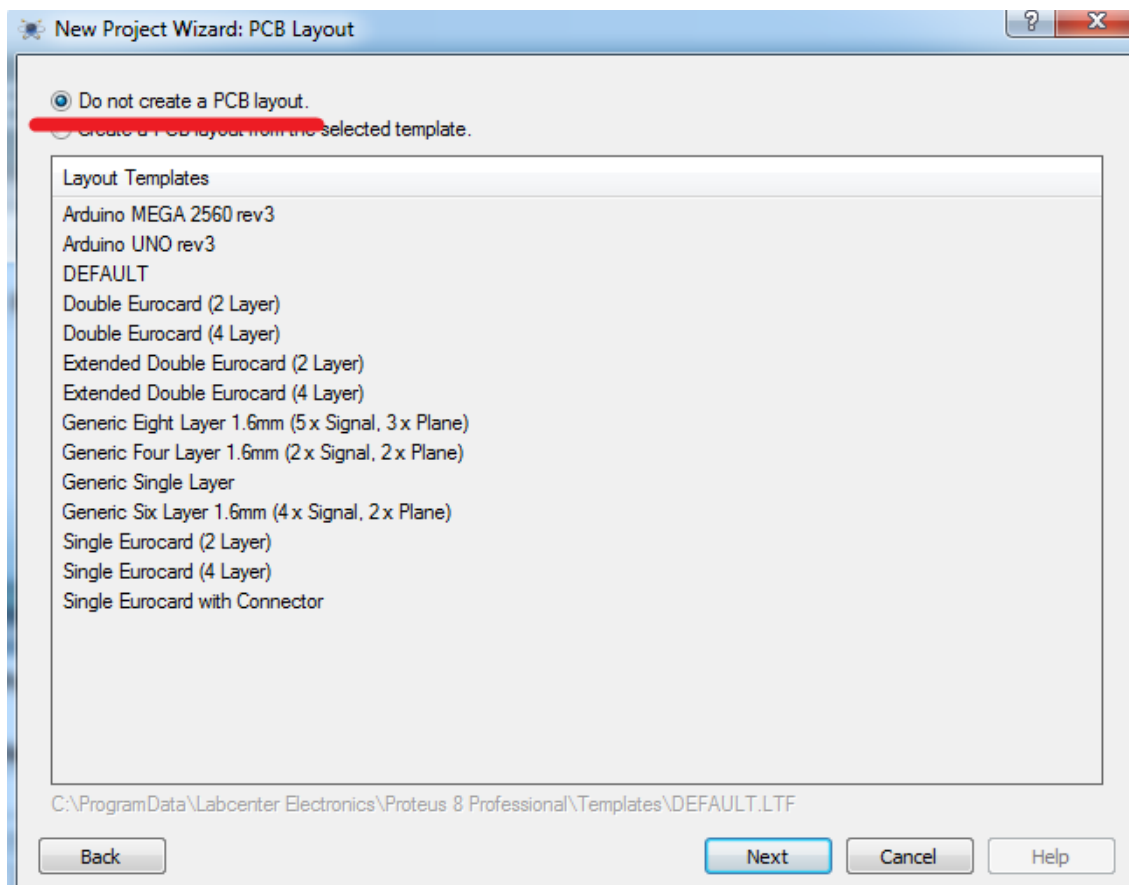
Для создания нового проекта, необходимо из меню *File* выбрать опцию *New project*. В открывшемся окне необходимо установить опцию *New project* и нажать *Next*.



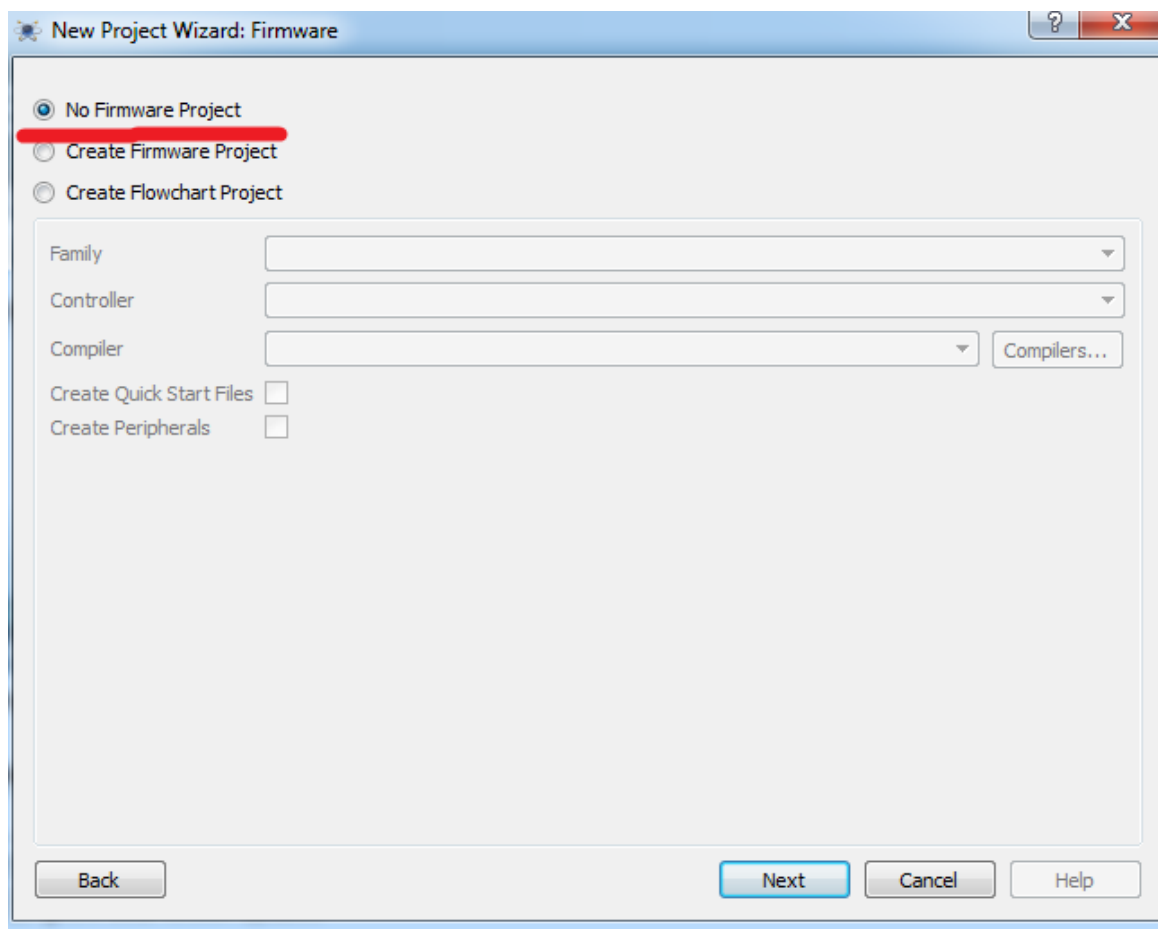
Далее нужно выбрать опцию *Create a schematic form from the selected template*. Можно оставить значение *Default*. Данное меню позволяет установить границы области, где будет размещаться моделируемая схема (по сути, формат чертежа схемы: А4, А3 и т.д.).



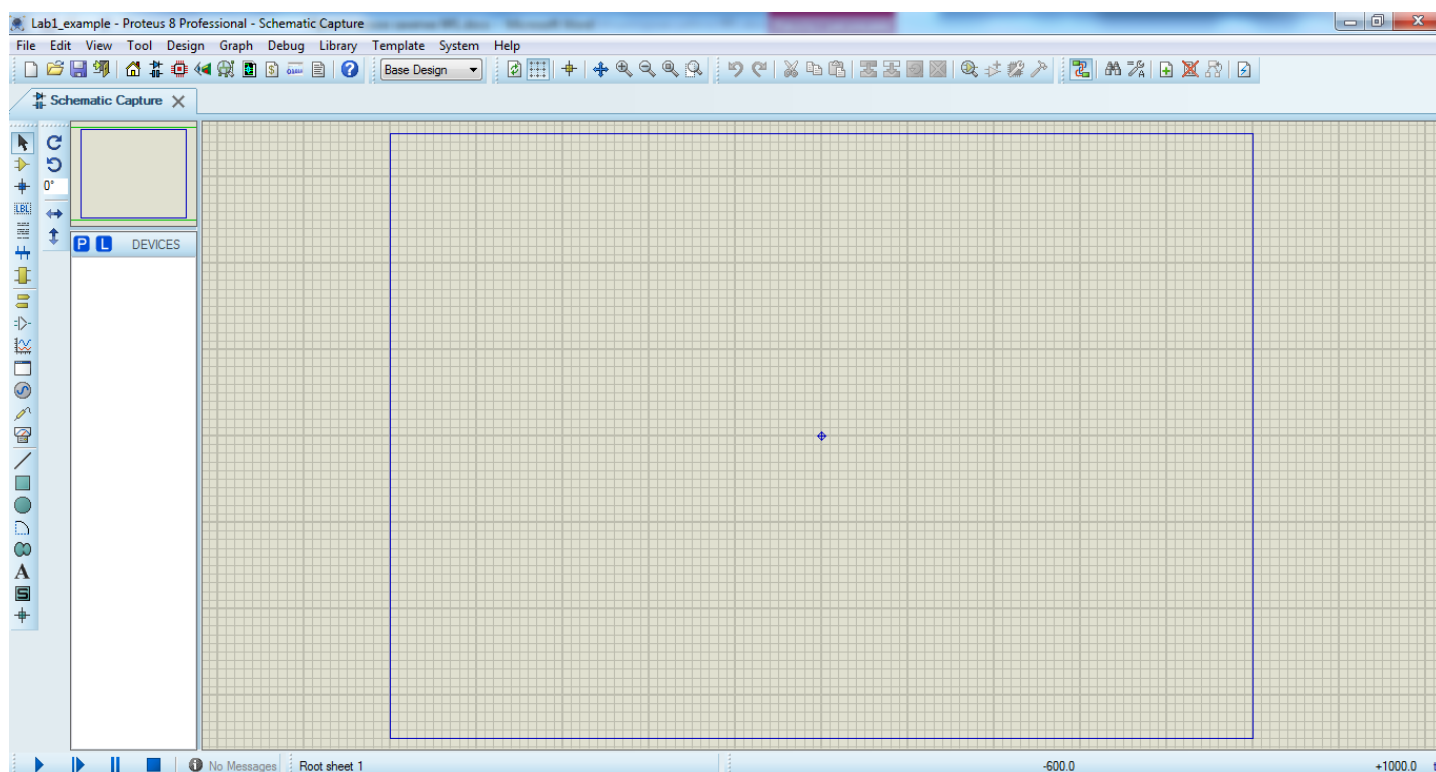
Следующее диалоговое окно предложит создать область для разработки печатной платы. Поскольку для выполнения лабораторных работ печатная плата не нужна, то необходимо установить опцию *Do not create a PCB layout*.



В следующем окне предлагается использовать встроенные компиляторы. Поскольку встроенного компилятора для MC68HC11 в Proteus нет, то в данном окне необходимо поставить опцию *No firmware project*.

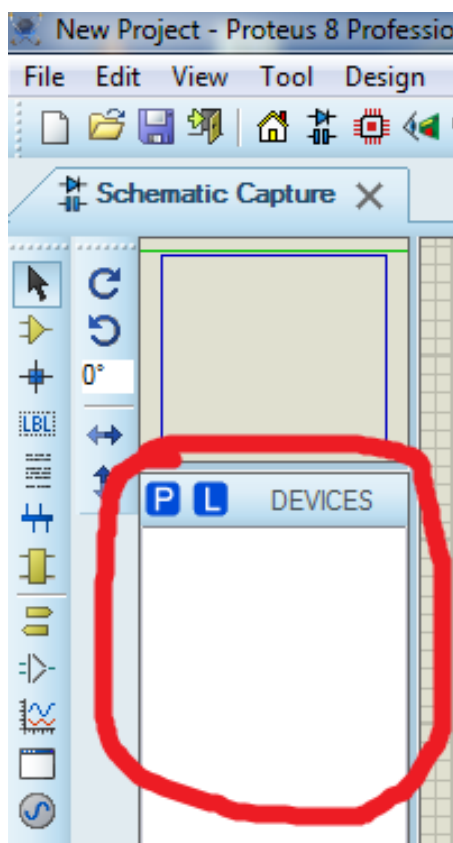


В связи с тем, что все параметры проекта настроены, необходимо нажать *Finish* и проект будет успешно создан.

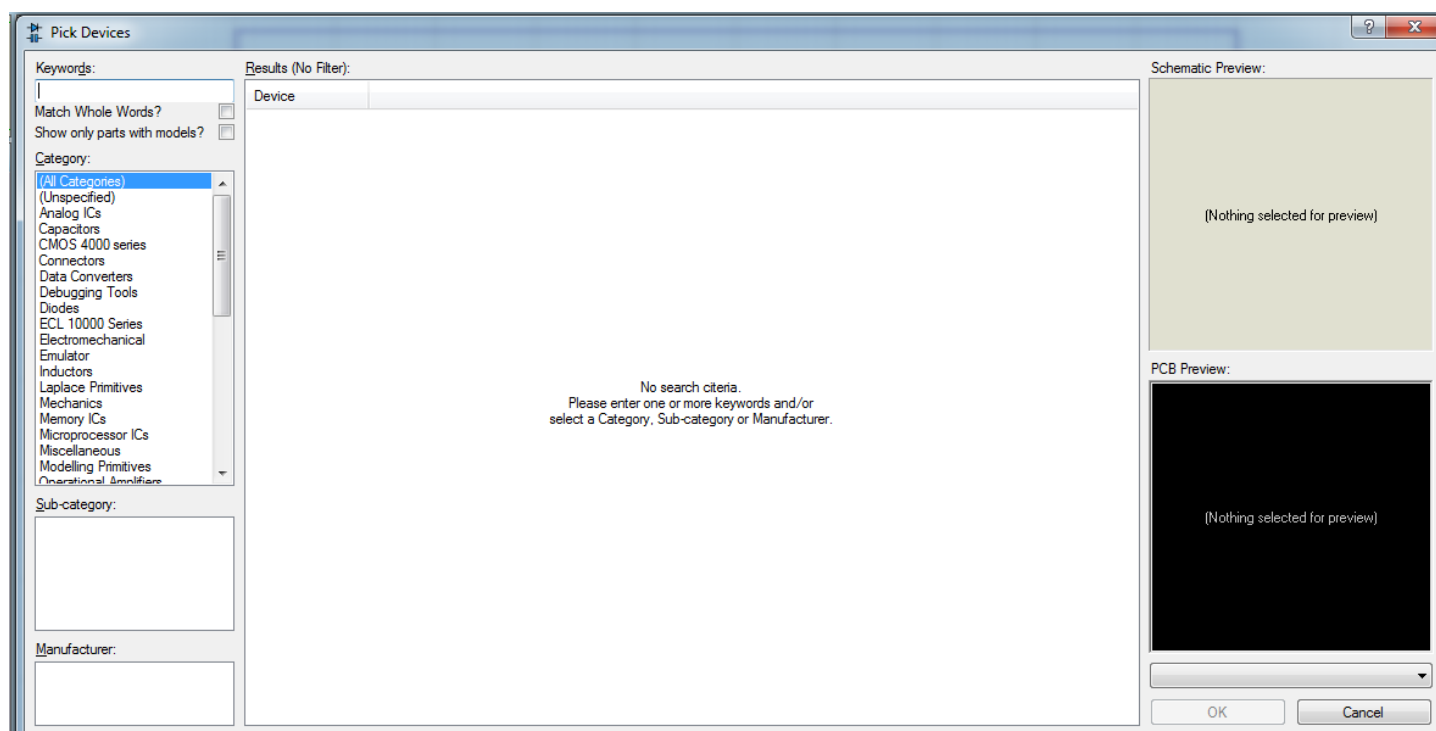


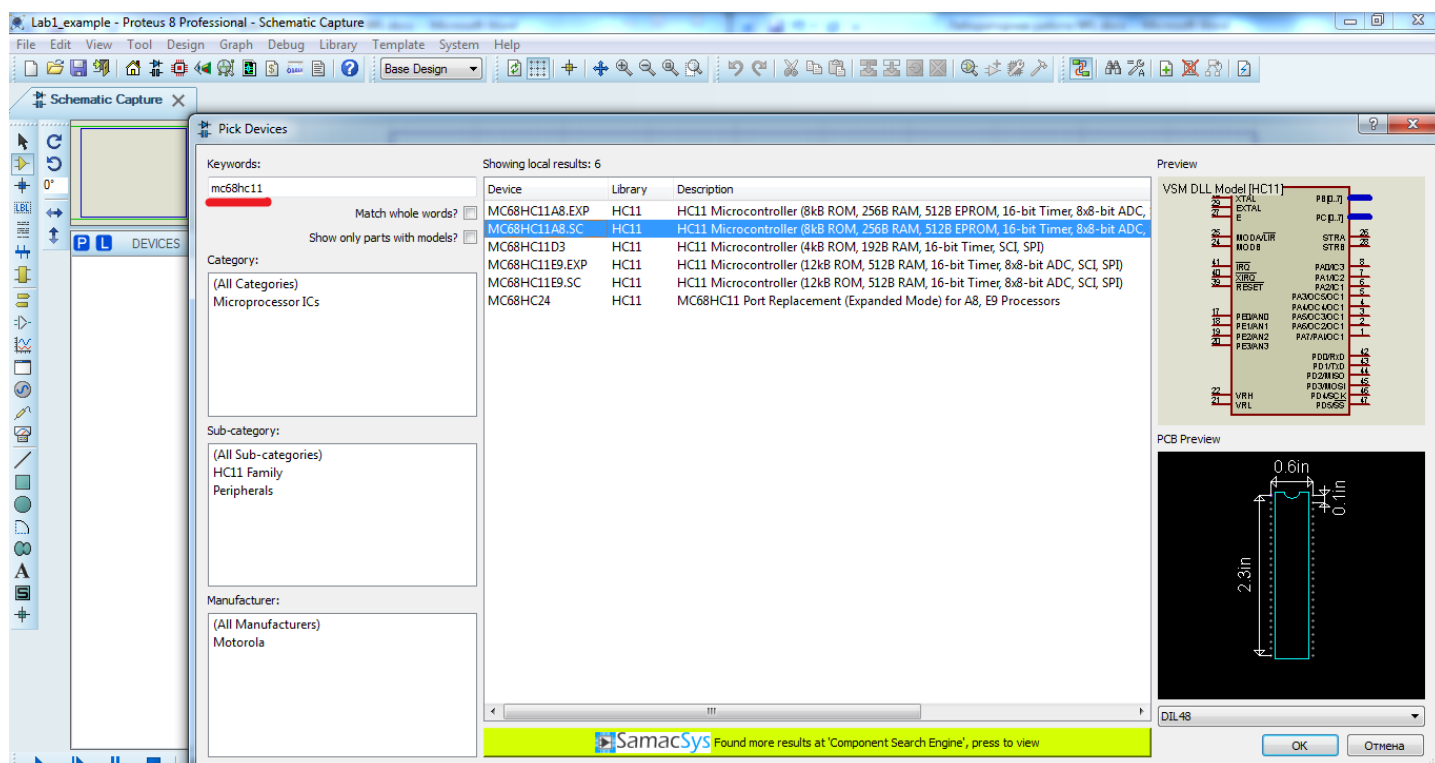
1.3.2 Размещение элементов на схеме

Для размещения необходимых элементов на схеме необходимо дважды кликнуть левой клавишей мыши в окне **Devices**.

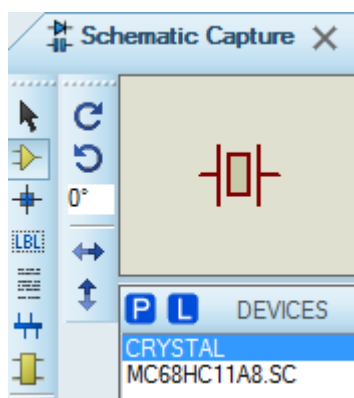


Откроется меню, в котором можно выбирать необходимые элементы. Все элементы разделены на категории (конденсаторы, диоды, переключатели и т.д.). Также существует возможность искать компоненты по ключевым словам, например «*MC68HC11*».





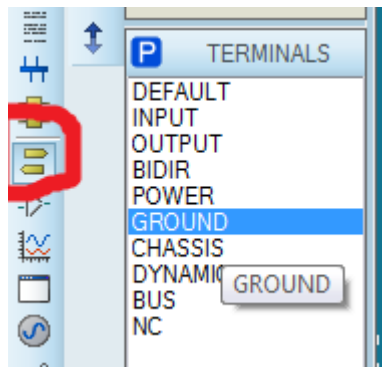
Добавить элемент в перечень используемых элементов проекта можно при помощи двойного клика левой клавишей мыши на данном элементе. После успешного добавления элементов к проекту они будут отображены в окне **Devices**.



Установка элементов на схему производится достаточно просто. Необходимо щёлкнуть по нему левой кнопкой мыши и поставить в нужное место.

После расстановки элементов на схеме необходимо их соединить. Для этого нужно кликнуть левой клавишей мыши на соответствующем выводе компонента (появится соединительная линия) и кликнуть на вывод другого элемента, с которым требуется установить соединение. Удаление элементов со схемы так же выполняется просто: либо посредством вызова контекстного меню кликом правой клавиши мыши на удаляемом элементе и последующем нажатии на опцию *Delete object* либо же выделить элемент и нажать кнопку *delete*.

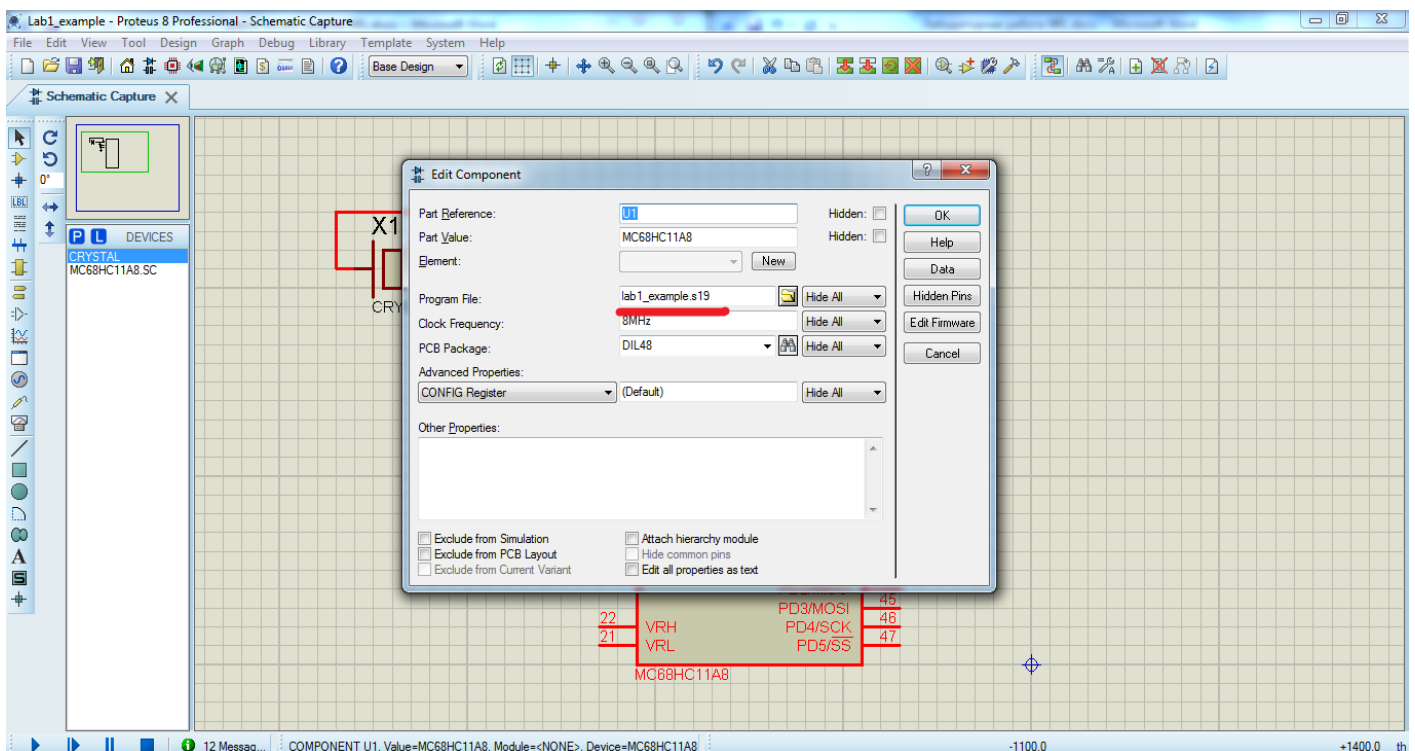
В любых электронных устройствах требуется подключить что-либо к питанию/земле. В Proteus данные элементы находятся в меню *terminals*.



Установка питания/земли производится аналогично другим элементам (например, резисторам).

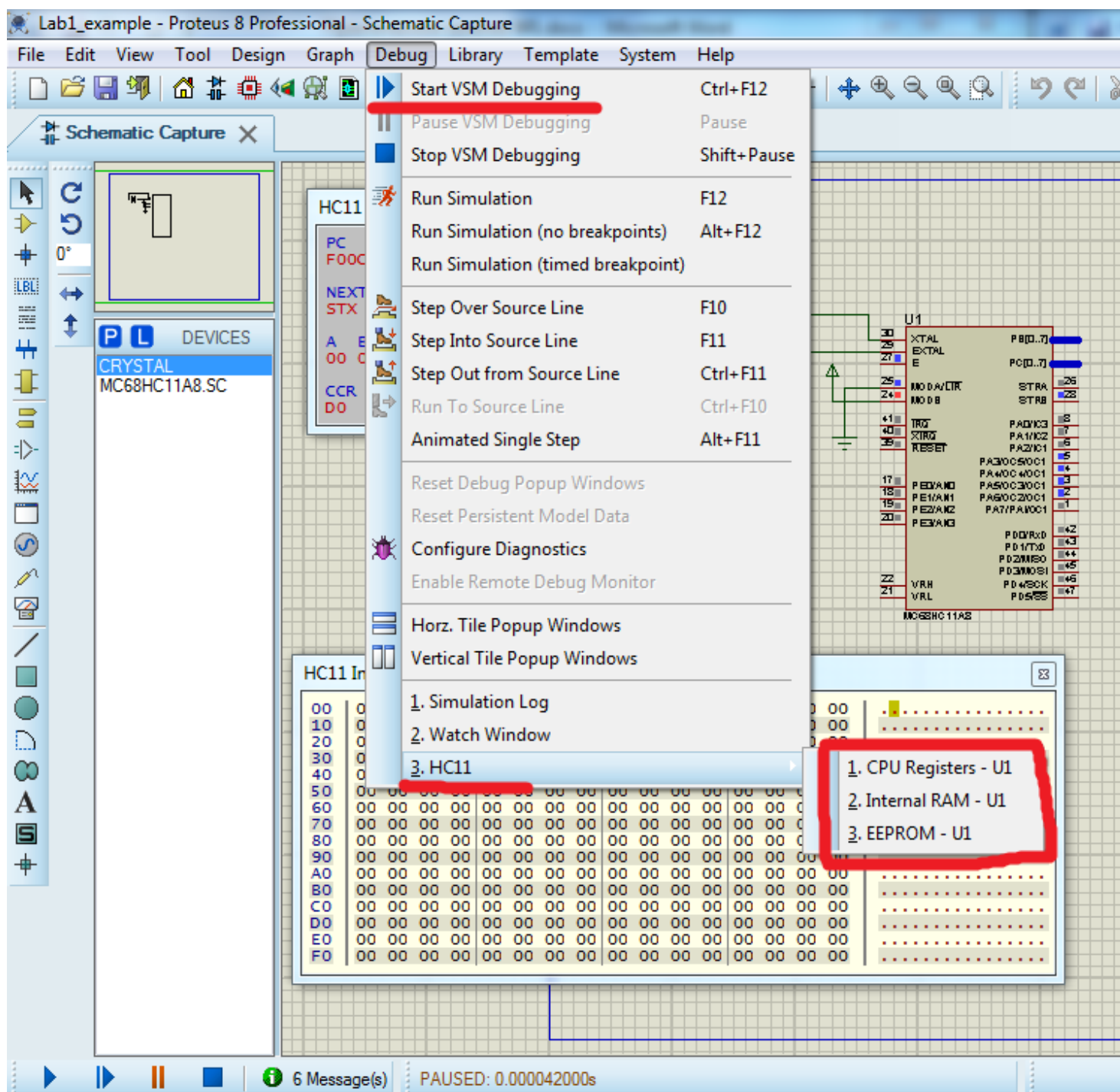
1.3.3 Прошивка микроконтроллера

Для того чтобы записать программу в микроконтроллер необходимо указать соответствующий путь в файлу с прошивкой. В Proteus это делается следующим образом: необходимо дважды кликнуть левой клавишей мыши на микроконтроллер и в меню *Program File* указать путь к файлу с прошивкой.



1.3.4 Отладка программы

Помимо моделирования схем Proteus позволяет выполнять отладку. Для того, чтобы перейти в режим отладки, необходимо в меню *Debug* выбрать команду *Start VSM Debugging*. Также можно получить доступ к содержимому памяти и регистров микроконтроллера из меню *Debug->HC11*.



2 Выполнение лабораторной работы

2.1 Задание на лабораторную работу

В данной лабораторной работе необходимо реализовать вычисление арифметического выражения на языке C для микроконтроллера ATmega328 в соответствии с индивидуальным вариантом, а также провести моделирование работы устройства в САПР Proteus. Данные для вычислений (переменные) хранить в EEPROM (ПЗУ). Результат вычисления математического выражения также сохранить в EEPROM (ПЗУ). Примеры работы с EEPROM:

- 1) <http://robocraft.ru/blog/3043.html>
- 2) <http://cse537-2011.blogspot.com/2011/02/accessing-internal-eeeprom-on-atmega328p.html>

Вариант	Задание
1	$y = \frac{x_1 * 2 + (x_3 - x_2) * 2}{x_4 + 3}$
2	$y = \frac{3 * x_4 - (x_1 - x_2) * 9}{x_3 + 10}$
3	$y = \frac{(x_1 - x_2) * 3 + 2 * x_3}{x_4 - 1}$
4	$y = \frac{(x_3 - 10) * x_1 + 15 * x_1}{3 - x_4}$
5	$y = \frac{x_1 * 3 + x_2 * x_3}{x_4 - 2}$
6	$y = \frac{3 * x_1 + (x_2 - x_3)}{x_4 + 2}$
7	$y = \frac{(x_1 - 8) * x_2 + x_3}{x_4 + 4}$
8	$y = \frac{(x_1 - 3) * 2 - x_3}{x_4 - 3}$
9	$y = \frac{(x_1 + x_3) * 4 - x_2 * 2}{x_4 + 5}$
10	$y = \frac{7 * x_3 - x_1 * x_2}{x_4 - 7}$

2.2 Ход лабораторной работы

В ходе выполнения лабораторной работы должны быть выполнены следующие этапы:

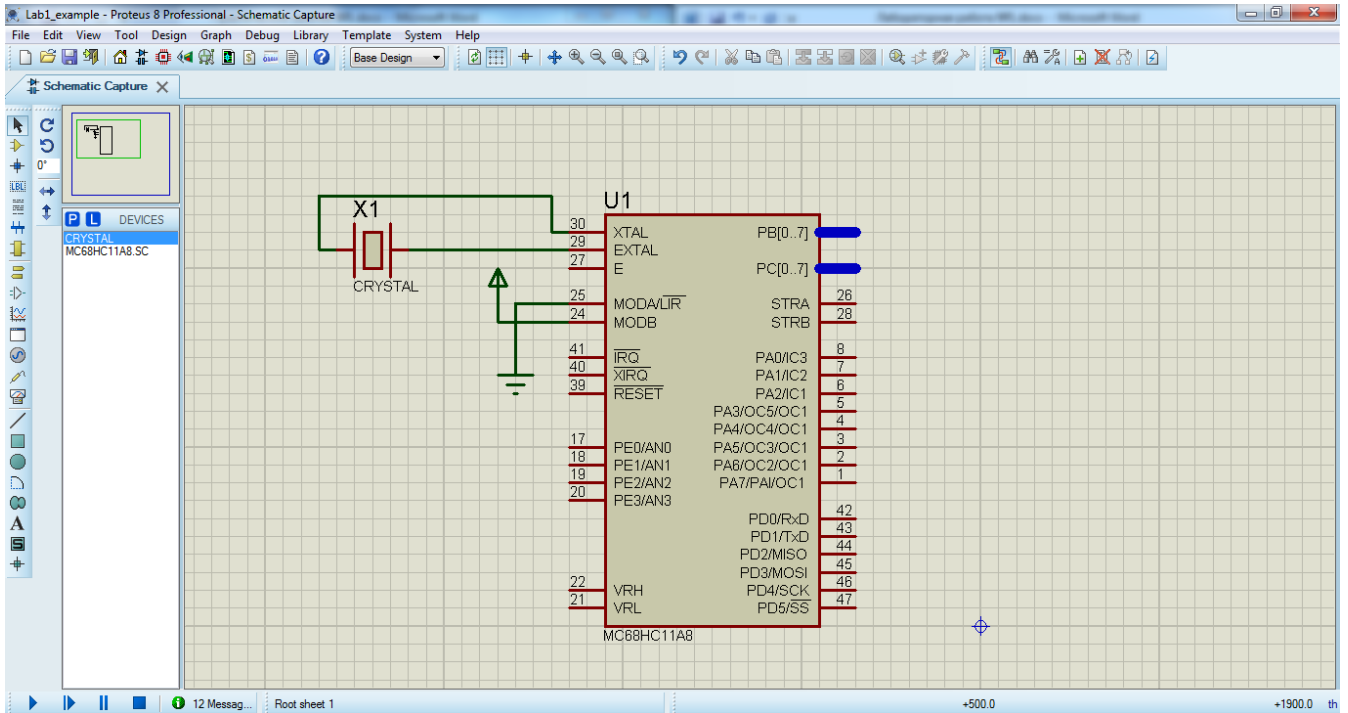
- 1) Разработка и отладка программы по вычислению арифметического выражения на языке С для микроконтроллера ATmega328 в соответствии с индивидуальным вариантом в Atmel Studio;
- 2) Разработка схемы устройства в Proteus на базе микроконтроллера ATmega328;
- 3) Прошивка микроконтроллера ATmega328 в Proteus (файл с расширением .hex);
- 4) Моделирование алгоритма работы устройства в режиме отладки в Proteus.

2.3 Пример работы

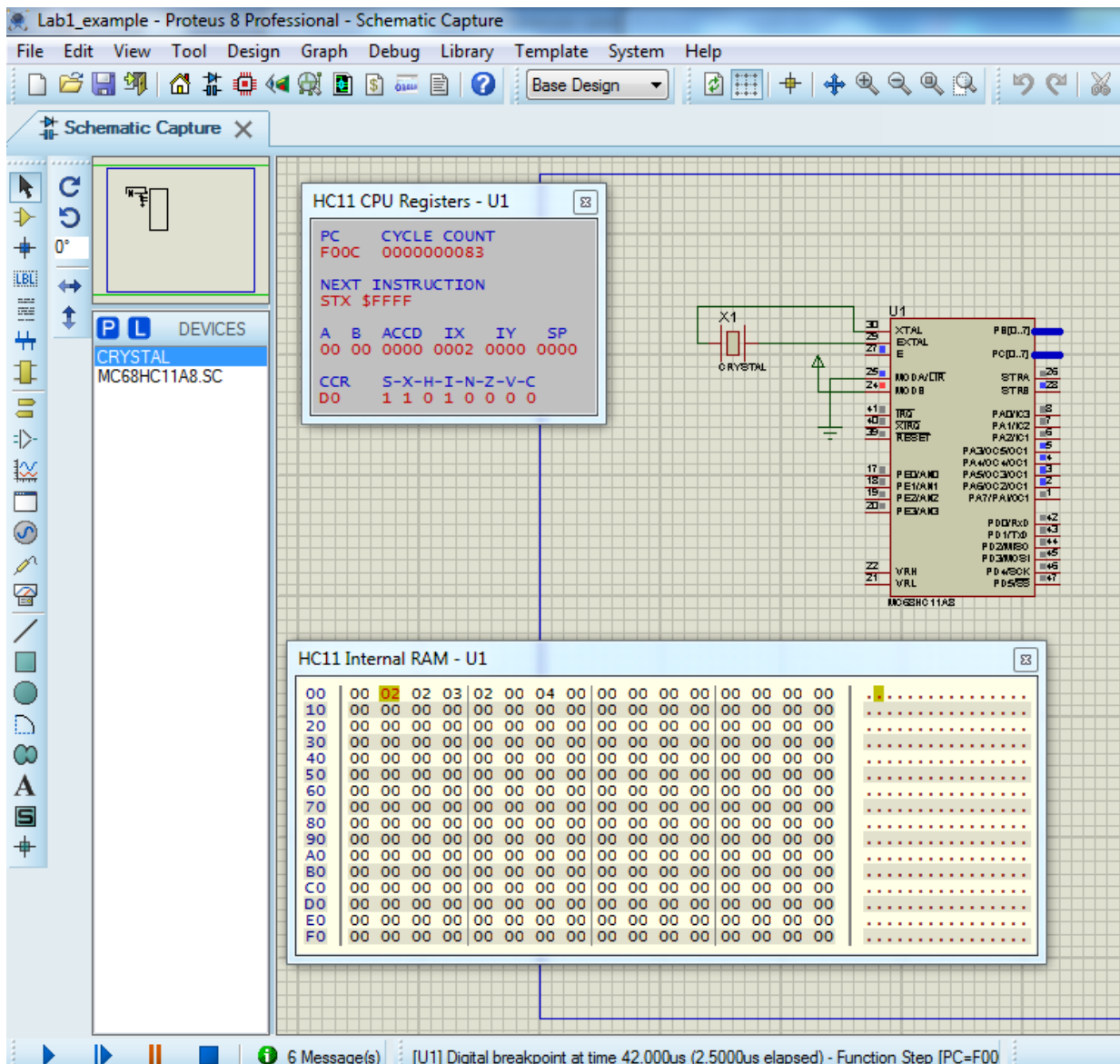
В папке с заданием находится тестовая программа и схема для микроконтроллера MC68HC11. В программе на языке ассемблера реализовано вычисление следующего арифметического выражения:

$$y = \frac{a * b + c}{d}$$

Схема устройства имеет следующий вид:



В результате выполнения программы результат вычисления арифметического выражения записывается по адресу 0x0000.



3 Результаты выполнения лабораторной работы

В результате выполнения данной лабораторной работы необходимо составить отчёт, содержащий следующие пункты:

- 1) Титульный лист
- 2) Цель лабораторной работы
- 3) Индивидуальное задание
- 4) Ход выполнения лабораторной работы (листинг программы)
- 5) Результаты выполнения лабораторной работы (скриншоты)
- 6) Выводы