

Лабораторная работа

Составление схем и анализ работы базовых CMOS элементов

Цель: Закрепить знание о конструкции и функционировании базовых CMOS элементов. Получить практические навыки в анализе работы CMOS элементов.

Оборудование: Персональный компьютер. ПО [QUCS](#)

Теоретические сведения: [Кистрин А.В. Проектирование цифровых устройств. 7.2](#), Д.Ф. Уэкерли Проектирование цифровых устройств том 1 3.3.3 — 3.3.4

Примечание:

Задания выбираются в соответствии с номером студента в журнале, согласно таблице:

№ студента	1 6 11 16 21	2 7 12 17 22	3 8 13 18 23	4 9 14 19 24	5 10 15 20 25
Задание №1	1 6	2 7	3 8	4 9	5 10
Задание №2	1	2	1	2	1

Подготовка к работе:

Проверьте, что на вашем рабочем месте есть программное обеспечение **Qucs** последней версии. Если оно отсутствует то:

Скачать дистрибутив <http://qucs.sourceforge.net/download.html>

Для Windows:

распаковать архив с дистрибутивом и запустить программу файлом qucs.bat. П

Для Ubuntu:

выполнить

- `sudo apt-add-repository ppa:qucs/qucs`
- `sudo apt-get update`
- `sudo apt-get install qucs`

Или скачать deb пакет <https://launchpad.net/~qucs/+archive/ubuntu/qucs/+packages> и установить его при помощи `dpkg`, при необходимости выполнить `apt --fix-broken install`

Для других ОС: доступны дистрибутивы на странице <http://qucs.sourceforge.net/download.html>

Задание №1

Создать проект в Qucs и ввести схему CMOS инвертора в соответствии с рисунком ниже.

Важно! Имя компонента DC симуляции должно быть вашим именем написанным транслитом!

Важно ввести параметры компонентов так же как в образце.

Неверное указание внутреннего сопротивления истока транзистора R_d может привести к зависанию симуляции.

dc simulation

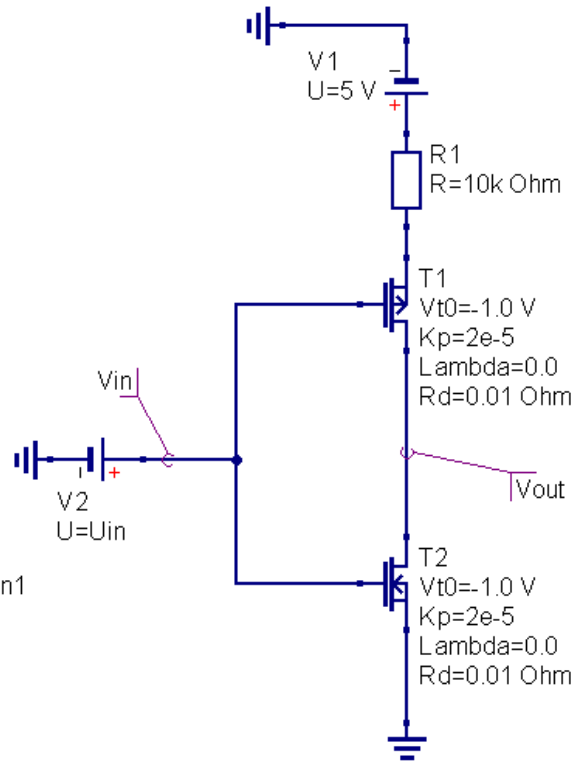
Torgashin_Roman

transient simulation

TR1
Type=lin
Start=0
Stop=10 ms

Parameter sweep

SW1
Sim=Torgashin_Roman1
Type=lin
Param=Uin
Start=0 V
Stop=5 V
Points=20



По полученным данным построить график передаточной характеристики CMOS инвертора $V_{out}(U_{in})$

В отчет: Скриншот схемы, таблицы результатов и графика

Задание №2

Создать проект в Qucs и ввести схему CMOS инвертора в соответствии с рисунком ниже.

Важно! Имя компонента DC симуляции должно быть вашим именем написанным транслитом!

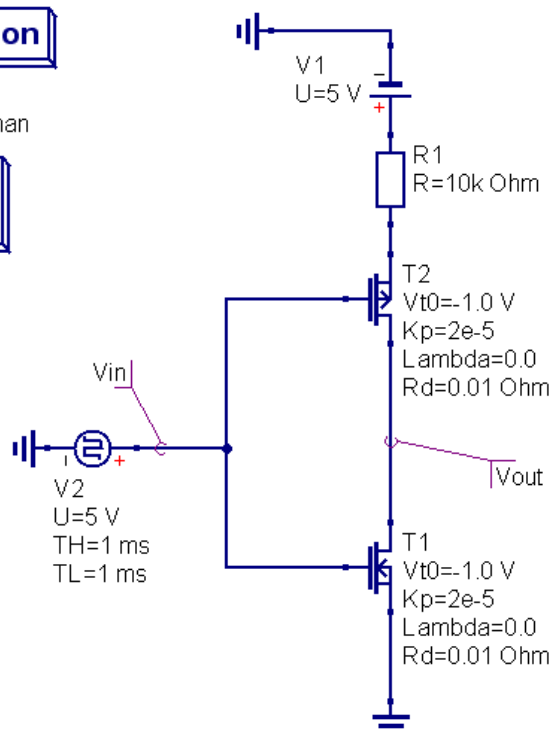
Важно ввести параметры компонентов так же как в образце.

dc simulation

Torgashin_Roman

transient simulation

TR1
Type=lin
Start=0
Stop=10 ms



Выполнить симуляцию и вывести результаты в таблицу (Tabular) и на график (Cartesian). Пример таблицы приведен ниже.

time	Vout.Vt	Vin.Vt
0	4.77	0
0.000714	1.7e-08	5
0.00143	4.77	0
0.00214	1.65e-08	5
0.00286	1.65e-08	5
0.00357	4.77	0
0.00429	1.65e-08	5
0.005	1.65e-08	5
0.00571	4.77	0
0.00643	1.68e-08	5
0.00714	4.77	0
0.00786	4.77	0
0.00857	1.59e-08	5
0.00929	4.77	0
0.01	4.77	0

В отчет: Скриншот схемы, таблицы результатов и графика

Задание №3

Построить схему CMOS вентиля в соответствии с вариантом.

Если ваш номер в журнале - четный, то постройте элемент И-НЕ. Если номер — нечетный, постройте ИЛИ-НЕ.

Выполнить симуляцию схемы.

По полученным данным построить таблицу и график, доказывающие, что схема работает верно.

В отчет: Скриншот схемы, таблицы результатов и графика