

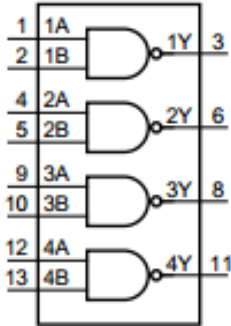
Практическая работа.

Создание генератора импульсов / мультивибратора на логических элементах

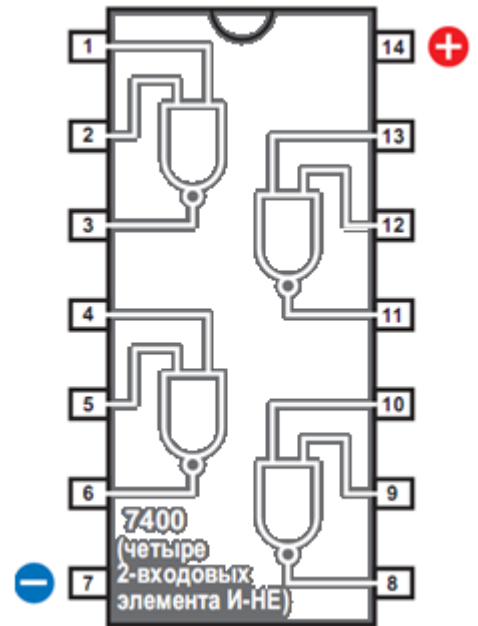
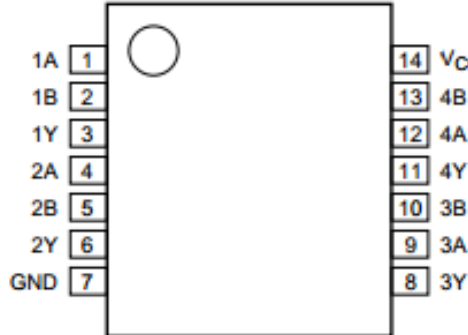
Задание 1

Для создания генератора прямоугольных импульсов используется микросхема 74HC00. Внутри микросхемы 74HC00N Quad 2-input NAND gate 4 логических элемента «И-НЕ» (англ. «NotAND»), у каждого из элементов по два входа, замкнув их между собой получим элемент «НЕ» (см. [даташит](#)):

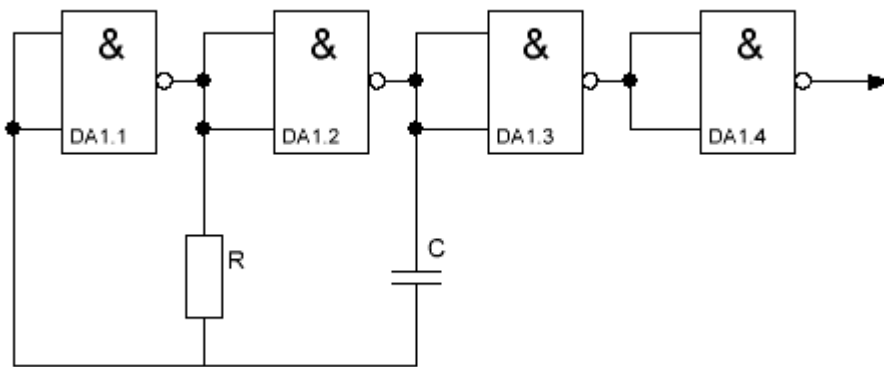
Functional diagram



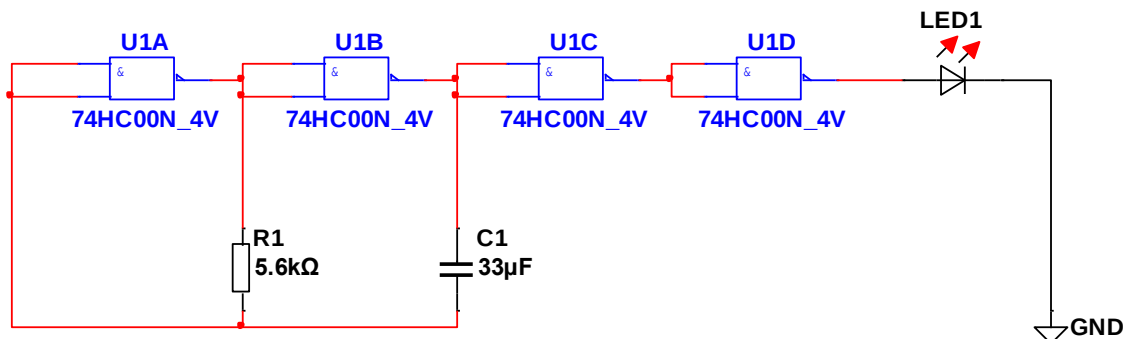
Pin configuration DIP14



Логические элементы, будучи цифровыми устройствами, в данном случае будут использоваться в «аналоговом режиме». Схема генератора такая:

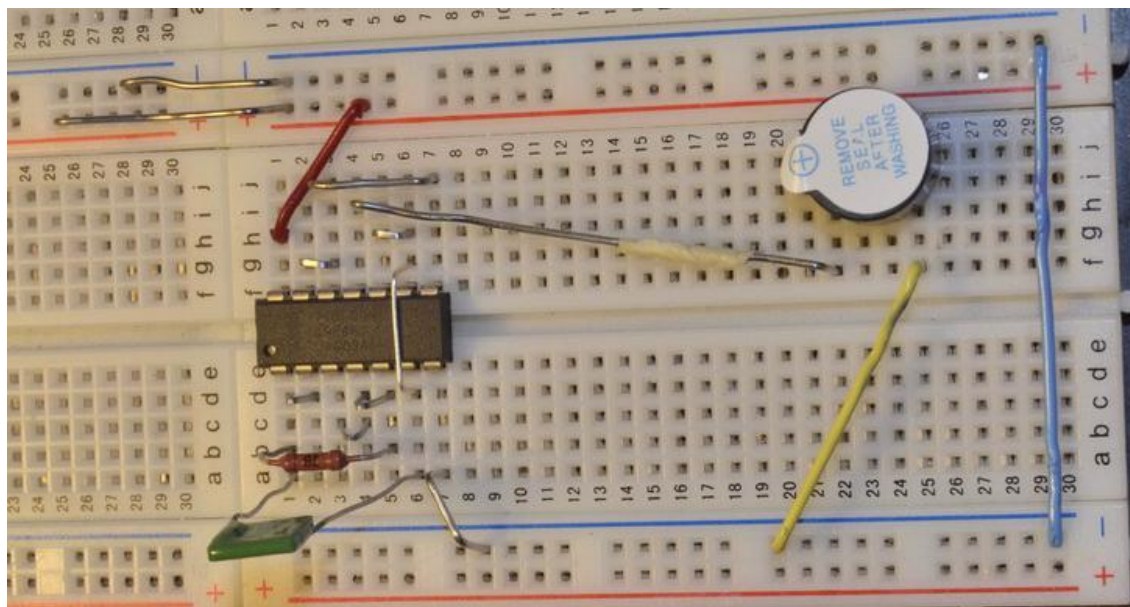


Элементы DA1.1 и DA1.2 генерируют сигнал, а DA1.3 и DA1.4 — формируют четкие прямоугольники. Частота генератора определяется номиналами конденсатора и резистора и вычисляется по формуле: $f=1/(2RC)$. Если взять резистор на 5,6кОм и конденсатор на 33нФ получим примерно 2,7кГц. Соберите схему в программе Multisim и убедитесь, что светодиод мерцает.



Теперь соберите схему на макетной плате. (Выбрать требуемый резистор по цветовой маркировке можно с помощью [онлайн-калькулятора](#). Кодовая маркировка конденсаторов [описана здесь](#). Так, конденсатор с маркировкой 104 означает, что его ёмкость $C = 0,1$ мкФ)

Если к выходу генератора подключить любой динамик, получим эдакий пищающий звук. Вот так это выглядит на плате:



На верхние по фотографии линии питания подключено 5В с собранного ранее стабилизатора напряжения. Для удобства сборки приведу словесное описание соединений. Левая половина сегмента (нижняя на фото):

Конденсатор установлен в гнезда №1 и №6;

Резистор — №1 и №5;

Перемычки установлены между следующими гнездами:

№1 и №2;

№3 и №4;

№4 и №5;

№7 и минусовой линией питания.

Правая половина сегмента (верхняя на фото):

перемычки установлены между следующими гнездами:

№2 и №3;

№3 и №7;

№5 и №6;

№1 и «плюс» питания;

№4 и «плюс» динамика;

Кроме того:

перемычки между разъемами №6 левой и правой половинок;

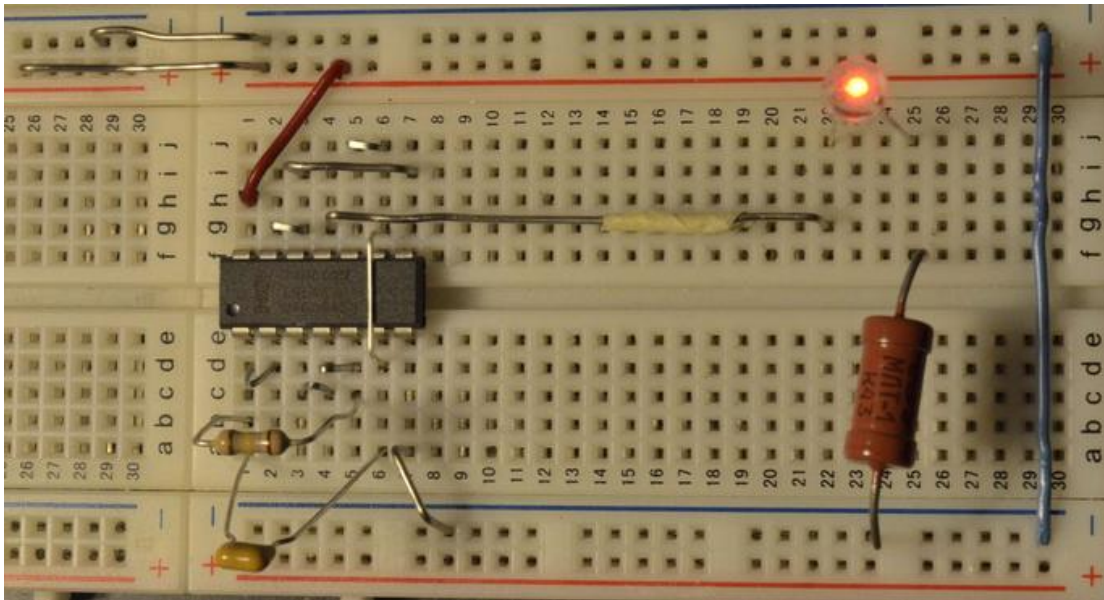
— между левой и правой «минусовыми» линиями;

— между минусом питания и "-" динамика;

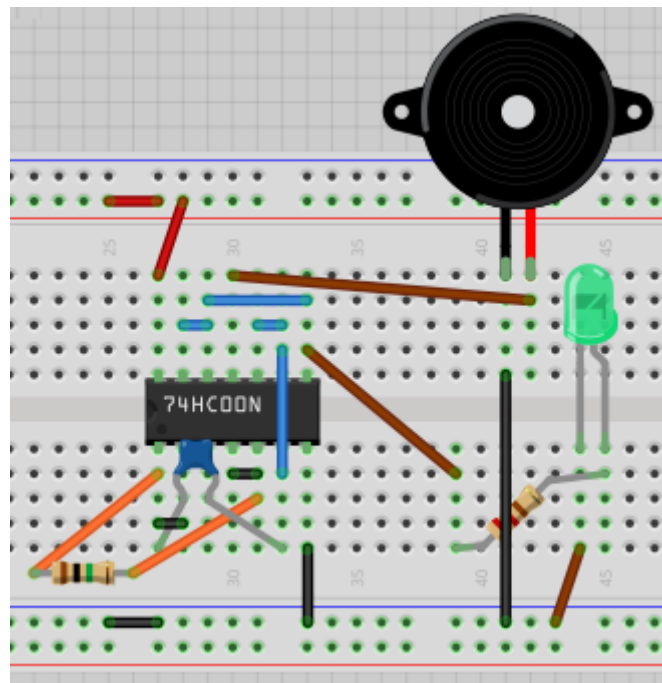
Микросхема устанавливается так, как на фото — первая ножка в первый разъем левой половинки. Первую ножку микросхемы можно определить по так называемому ключу — кружочку (как на фото) либо полукруглому вырезу в торце. Остальные ноги ИМС в [DIP-корпусах](#) нумеруются против часовой стрелки.

Если все собрано правильно — при подаче питания динамик должен запищать. Изменяя номиналы резистора и конденсатора можно проследить за изменениями частоты, но при сильно большом сопротивлении и/или слишком малой емкости схема работать не будет.

Теперь изменим номинал резистора на 180кОм, а конденсатор на 1мкФ — получим клацающе-тикающий звук (*рассчитайте, с какой частотой?*). Заменяем динамик на светодиод, подключив анод (длинная ножка) к 4 разъему правой половинки, а катод через резистор 300Ом-1кОм к минусу питания, получим мигающий светодиод, который выглядит вот так:



Теперь ещё от выхода третьего NAND (Y3, пин 8) подключим динамик, получив примерно такую схему:



В зависимости от номиналов резистора и конденсатора, получим либо (при меньших R и C) пищавший звук с очень быстро (на глаз незаметно) мерцающим светодиодом, либо (при больших R и C).

Теперь добавьте второй светодиод на выход предпоследнего инвертора и повторите эксперимент (с большими значениями R и C). Светодиоды должны мигать с небольшой (0,7-2 Hz) частотой поочерёдно.

Задание 2

Теперь заменим 74HC00 на 74HC04N – 6 лог. элементов НЕ (NOT)
Функциональная схема и распиновка 74HC04N:

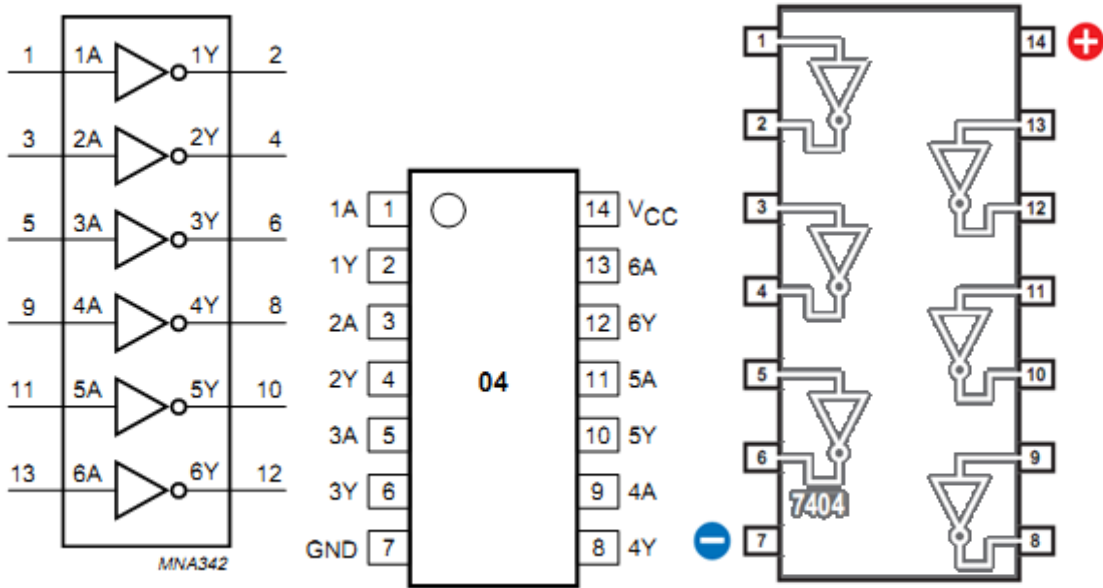
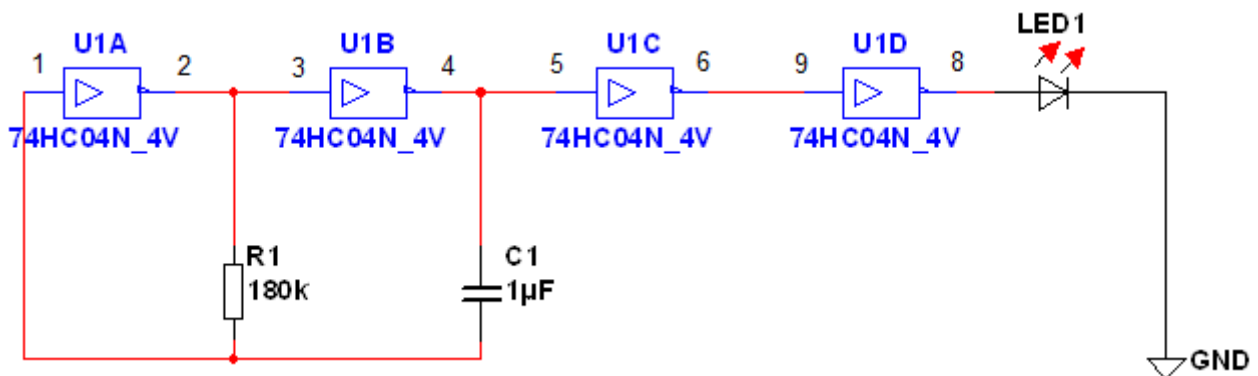
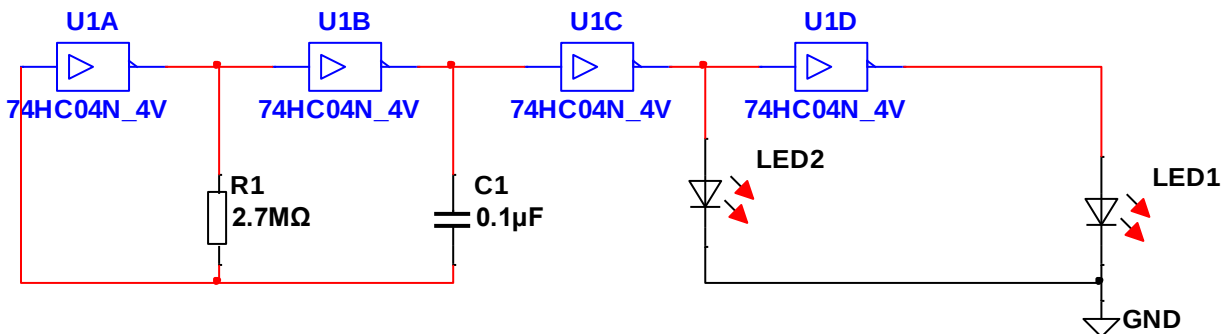


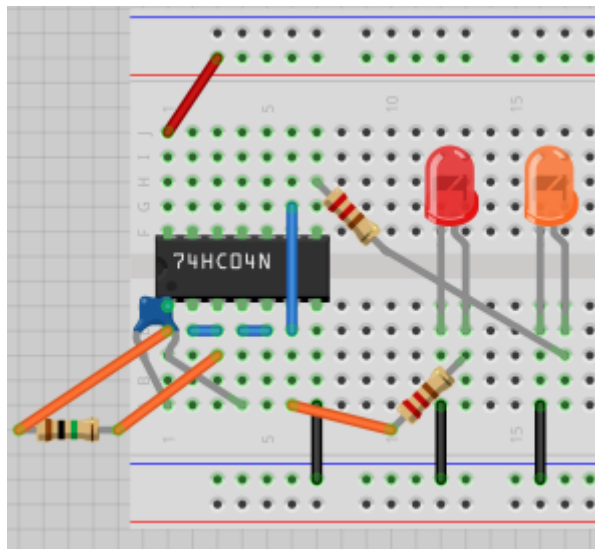
Схема на 74HC04N в Multisim выглядит следующим образом (соберите её и убедитесь, что она работает):



(цифры – номера выводов микросхемы)

Добавьте в схему второй светодиод на пин 6 – выход Y3 предпоследнего инвертора. Измените сопротивление резистора и ёмкость конденсатора на имеющиеся в наборе оборудования значения: $R = 2.7 \text{ МОм}$ и $C = 0.1 \text{ мкФ}$ и соберите её на макетной плате.



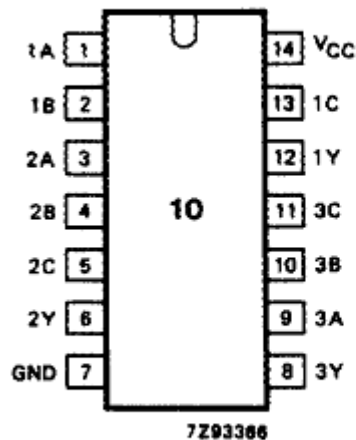


Уменьшите значения R и C (если в вашем наборе оборудования нет конденсатора $C = 22$ пФ, можно заменить резистор на другой, с сопротивлением в несколько КОм). Замените один из резисторов на динамик-пищалку и убедитесь, что он издаёт высокочастотный звук.

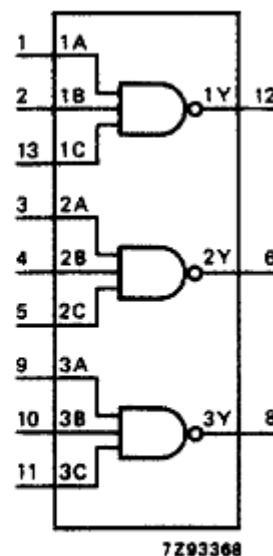
Задание 3

Для выполнения этого задания потребуется ИМС 74HC10 – 3 3-input NAND gate (три трёхвходовых И-НЕ).

Из [даташита](#) берём распиновку и схему ИМС:



Pin configuration.

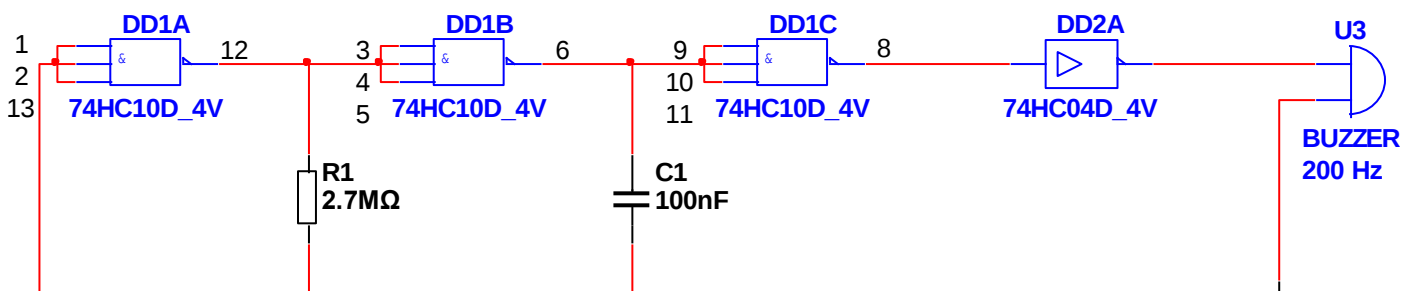


Logic symbol.

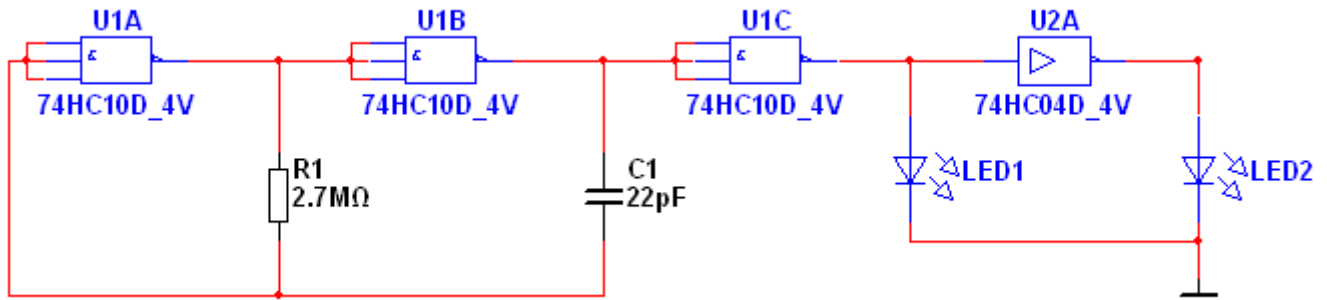
Обратите внимание, что пины выходов следуют не непосредственно после пинов входов.

Поскольку элементов NAND в данной ИМС лишь три, для получения четвёртого инвертора воспользуемся дополнительно ИМС 74HC04D (нам от неё потребуется лишь один ЛЭ). Не забудьте подключить питание к обоим ИМС (цифры на схеме указывают распиновку ИМС 74HC10N).

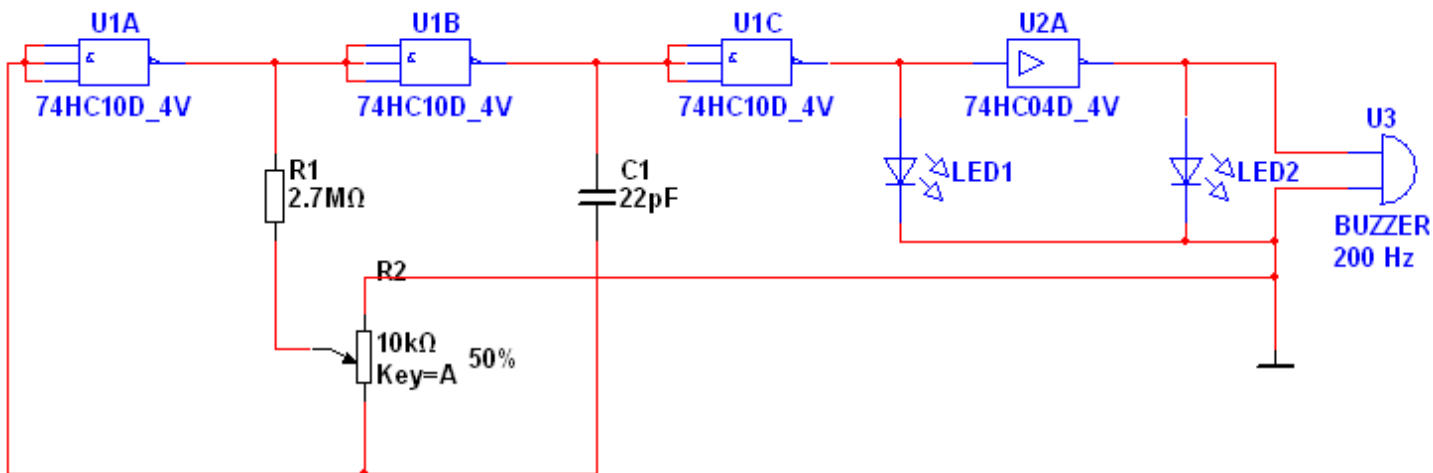
На выход четвёртого инвертора подсоедините динамик (соблюдая полярность):



Теперь поменяйте конденсатор на меньший по ёмкости (22 pF) и подключите два светодиода, как указано на схеме:



Соберите такую схему (номиналы резисторов и конденсаторов подбирайте как описано в задании 2: Верните подключение динамика и подключите последовательно с резистором потенциометр:

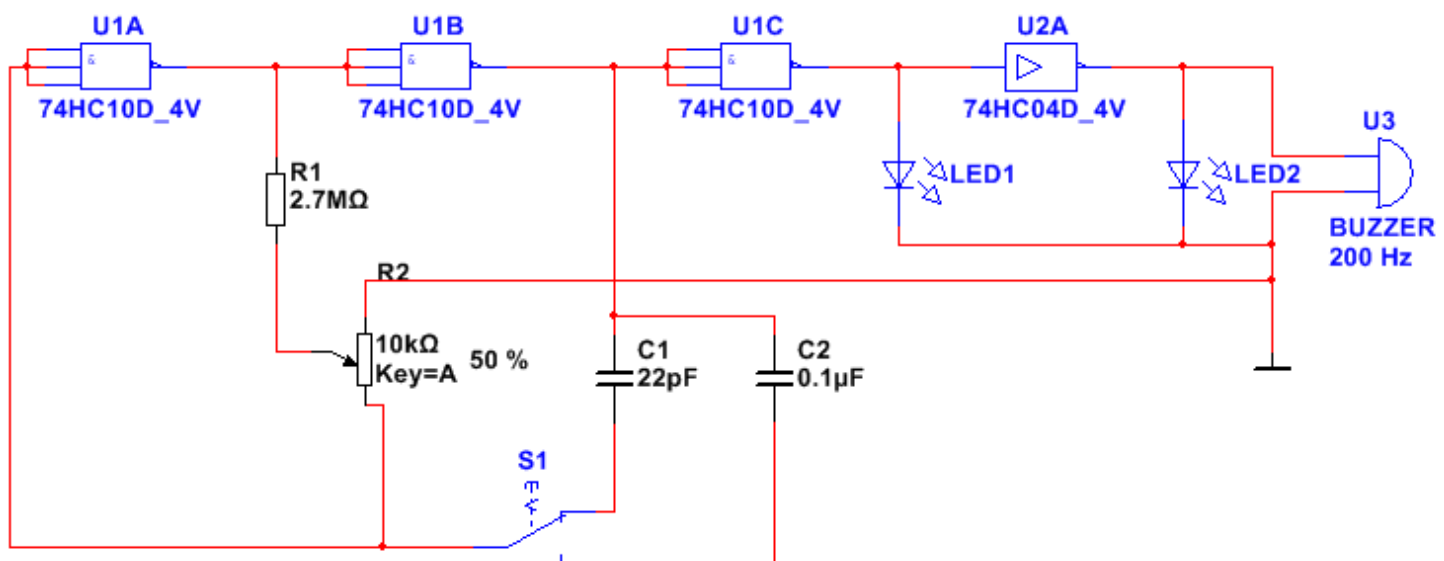


(в Multisim Buzzer с таким подключением не заработает ([см. здесь](#)), но в реальной схеме – ОК)

Теперь вы можете регулировать частоту мигания светодиодов и звука пищалки.

Подключить потенциометр удобнее навесным монтажом (т.е. устанавливая на макетку) с помощью проводков «мама-папа».

Теперь добавьте, как указано на схеме, двухпозиционный переключатель для возможности без изменения схемы переключаться между режимами мигания светодиодами (с визуально наблюдаемой частотой) и высокотонового пищания динамика:



Enjoy!:))