

1. Исследовательская часть

1.1. Анализ функциональных особенностей разрабатываемого устройства.

Генератор тактовых импульсов генерирует последовательность электрических импульсов; частота генерируемых импульсов определяет тактовую частоту машины.

Промежуток времени между соседними импульсами определяет время одного такта работы машины или просто такт работы машины,

Частота генератора тактовых импульсов является одной из основных характеристик персонального компьютера и во многом определяет скорость его работы, ибо каждая операция в машине выполняется за определенное количество тактов.

Функциональное назначение генератора тактовых импульсов (ГТИ) заключается в генерировании двух противофазных последовательностей прямоугольных импульсов с заданной частотой для управления логическими выходными устройствами.

Основную суть данного подпункта, анализа функциональных особенностей разрабатываемого устройства, можно вывести, изначально приведя работу устройства, которая строится следующим образом: включение ГТИ → определение выбранных нужных частот с помощью переключателей ГТИ → работа ГТИ.

Таким образом, функциональными особенностями разрабатываемого устройства будут являться:

- А. Стабильность работы ГТИ.
- Б. Точность в работе ГТИ.
- В. Переключение тактовых частот в режиме реального времени.

В данной курсовой работе разрабатывается генератор тактовых импульсов с возможностью одновременного использования как одной, так

и нескольких генерируемых частот ($F_1 = 10$ МГц, $F_2 = 7250$ кГц, $F_3 = 14500$ Гц).

1.2. Сравнительный анализ построения общей структуры существующих прототипов заданного устройства.

В зависимости от сложности устройства используют разные типы генераторов.

А) Классический ГТИ

В несложных конструкциях, не критичных к стабильности тактового генератора, часто используется последовательное включение нескольких инверторов через RC-цепь. Частота колебаний зависит от номиналов резистора и конденсатора.

Главный минус использования классического ГТИ - низкая стабильность, а плюсом является предельная простота использования.

Б) Кварцевый ГТИ

Кварцевый ГТИ, или генератор Пирса – это важный электронный компонент, обеспечивающий очень точную генерацию тактовой частоты за небольшие деньги. Из-за пьезоэлектрического эффекта его электрические свойства меняются в процессе вибрации. Поскольку можно сделать кристалл, который будет вибрировать с определённой частотой, кварцевые генераторы очень полезны для множества применений.

Кварцевый генератор реализован по приведённой ниже схеме на рисунке 1. Суть в том, что генератор строится по простой схеме, в которой из кристалла и инвертера формируется цепь обратной связи. Два заземлённых конденсатора в середине делают её очень похожей на классический генератор Колпитца.

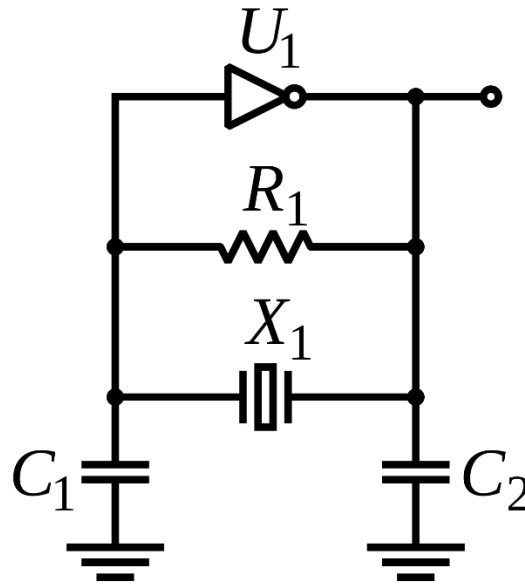


Рисунок 1. Генератор ГТИ Пирса.

В) Кварцевый + микросхема генерации

Микросхема генерации при подключении к её входам кварцевого резонатора будет выдавать на остальных выводах частоту, делённую или умноженную на исходную. Такой способ используется в часах, а также на старых материнских платах (где частоты шин были заранее известны, только внутренняя частота центрального процессора умножалась).

Для построения тактового генератора не требуется никакая специальная микросхема.

На рисунке 2 изображена эквивалентная электрическая схема.

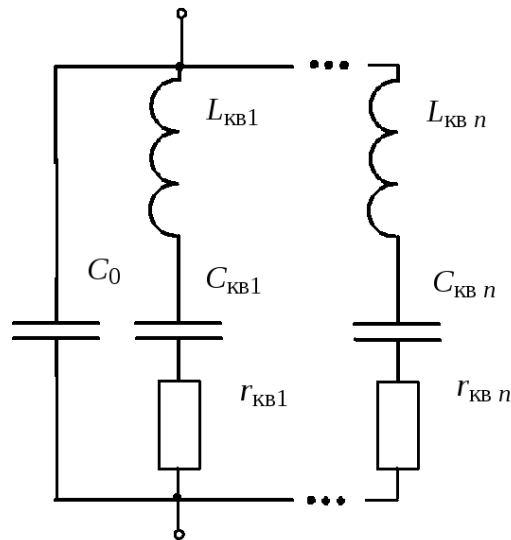


Рисунок 2. ГТИ Кварцевый + микросхема генерации

Г) Тактовый генератор

Тактовый генератор — автогенератор, формирующий рабочие такты процессора («частоту»). В некоторых микропроцессорах и микроконтроллерах выполняется встроенным.

Кроме тактирования процессора, в обязанности тактового генератора входит организация циклов системной шины. Поэтому его работа часто тесно связана с циклами обновления памяти, контроллером ПДП и дешифратором сигналов состояния процессора.

Автогенератор вырабатывает электрические (электромагнитные) колебания, поддерживаемые подачей по цепи положительной обратной связи части переменного напряжения с выхода автогенератора на его вход. Это будет обеспечено тогда, когда нарастание колебательной энергии будет превосходить потери (когда петлевой коэффициент усиления больше 1). При этом амплитуда начальных колебаний будет нарастать.

Внимательно изучив пункты 1.1 и 1.2, для стабильной и точной работы ГТИ в данной курсовой работе подходит кварцевый генератор, плюсами которого являются:

- устойчивость к температуре, ее колебаниям;

- долгий срок службы;
- простота изготовления;
- небольшие габариты.

1.3. Обоснование выбора кварцевого ГТИ

В кварцевых генераторах вместо LC -колебательного контура используется кварцевый резонатор. В кварцевом резонаторе используется механический резонанс кварцевой пластины. Кварц обладает свойством преобразования механических колебаний в электрические и наоборот. Добротность механического резонатора значительно выше, чем добротность LC -контура и составляет 10^3 – 10^5 , что позволяет обеспечить высокую крутизну ФЧХ.

Существуют несколько типов кварцевых ГТИ:

1.3.1. Кварцевый ГТИ повышенной стабильности

Схема строится на основе кварцевого резонатора и КМОП инвертора по принципу генератора Пирса.

Ёмкости в частотозадающей цепочке обычно выбираются в пределах от 10 до 30 пФ. Значение этих ёмкостей определяется значением ёмкости, которая колеблется от 3 до 5 пФ. Эта схема используется в большинстве цифровых микросхем, таких как микропроцессоры или микроконтроллеры в качестве тактового генератора.

Соотношение ёмкостей задаёт глубину обратной связи, а значит устойчивость запуска генератора в диапазоне температур. На высоких частотах ёмкости обычно выбираются равными. В низкочастотных генераторах ёмкость $C1$ желательно выбирать меньше ёмкости конденсатора $C2$. Это обеспечит большее напряжение на входе инвертора, что в свою очередь приведёт к меньшему потреблению тока. При необходимости подстройки частоты генератора в качестве ёмкости $C2$ может быть использован подстроечный конденсатор.

Кварцевый резонатор не пропускает постоянный ток, поэтому для обеспечения автоматического запуска генератора приходится использовать дополнительные резисторы. В схеме на рисунке 6 это резисторы R1 и R2. Резистор R2 является ограничительным, и его сопротивление не должно быть меньше 1 кОм, и чтобы он не влиял на расчетную частоту, номинал резистора R1 выбираем значительно больше R2 ($R2 < 0,01R1$).

При использовании очень высокочастотных кварцевых резонаторов резистор R2 для облегчения самовозбуждения генератора может отсутствовать. При работе с низкочастотными кварцевыми резонаторами резистор R2 и ёмкость C2 обеспечивают необходимый фазовый сдвиг и предотвращают самовозбуждение генератора на частоте ёмкости. Кроме того, резистор R2 ограничивает мощность, рассеиваемую на кристалле кварца, что позволяет использовать в генераторе малогабаритные кристаллы.

У схем на основе кварцевого резонатора и КМОП инвертора есть несколько вариантов реализации. Все схемы отвечают необходимым требованиям стабильности работы и точности импульсного сигнала.

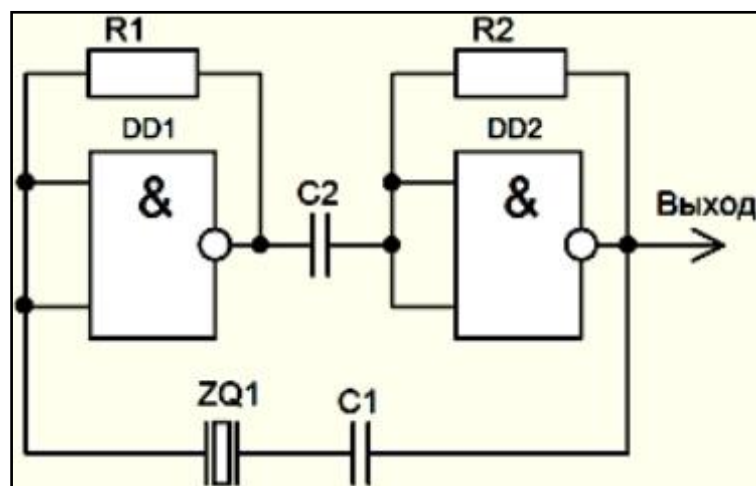


Рисунок 3. Реализация схемы кварцевого генератора.

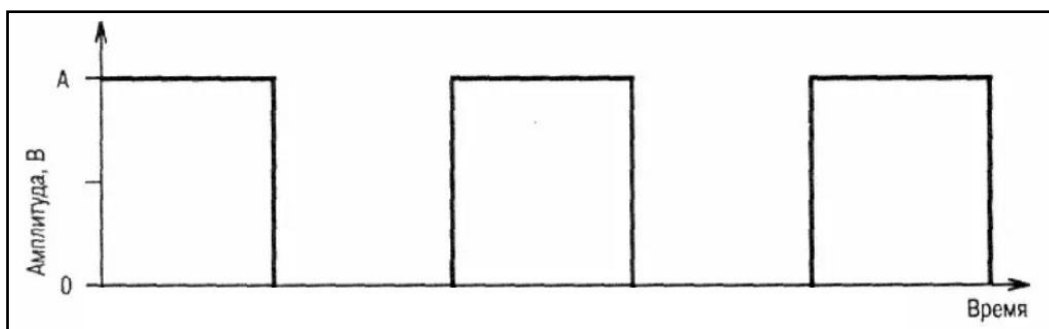


Рисунок 4. График однополярных импульсов на выходе кварцевого генератора на КМОП инверторе.

1.3.2. Кварцевый генератор с усилителем

Кварцевый генератор с усилителем на двух транзисторах, работающих в нестандартном режиме. Их верхняя паспортная частота — 3 МГц, однако эти транзисторы хорошо генерируют и усиливают сигнал на частотах вплоть до 27 МГц. Усилитель имеет довольно мощный выход, к которому можно подключать любую низкоомную нагрузку, а сам выход защищён от короткого замыкания, даже длительного. Схема может управляться внешним генератором и получается очень надёжной, как по нагрузке, так и по напряжению питания, которое имеет весьма широкий диапазон: от 9 до 25 вольт. Кварцевый генератор с усилителем изображён на рисунке 5.

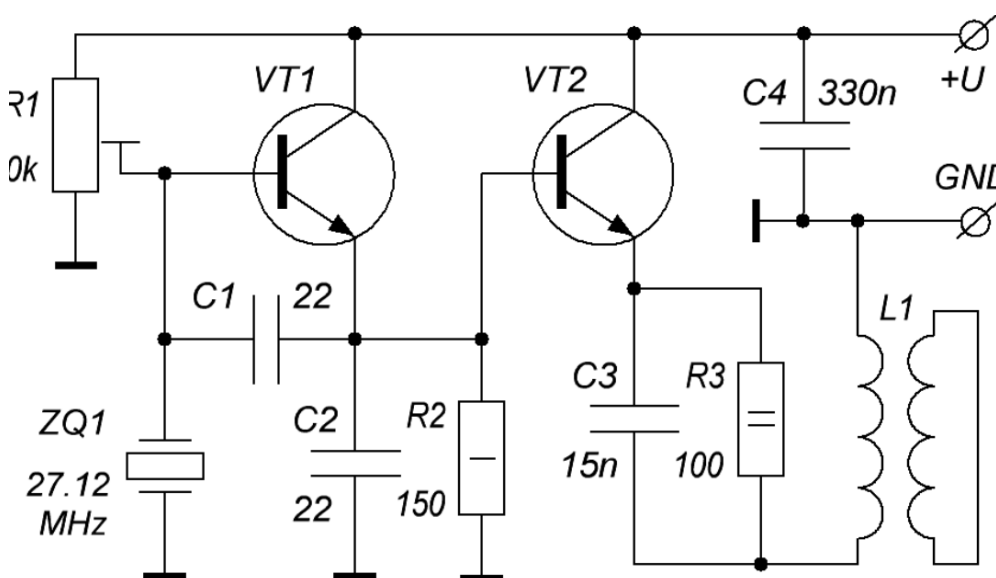


Рисунок 5. Кварцевый генератор с усилителем.

На рисунке 5 представлена принципиальная схема такого генератора. С точки зрения схемотехники здесь нет ничего необычного: первый транзистор VT1 собран по схеме ёмкостной трёхточки и обеспечивает генерацию синусоидального сигнала, частота которого стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1. Второй транзистор VT2 включён по схеме эмиттерного повторителя и усиливает по току сигнал от первого каскада. На выход подключается любая низкоомная нагрузка, в данном случае — катушка L1, вторичная обмотка которой полностью замкнута. Такое включение катушки иногда необходимо для создания второго (скалярного) магнитного поля.

Изучив несколько вариантов реализации кварцевого генератора, было принято решение использовать схему на основе кварцевого резонатора и КМОП инверторов, при скважности равной 2. Данная схема отвечает всем необходимым требованиям, проста в исполнении и, в отличие от схемы на операционном усилителе, имеет однополярные прямоугольные импульсы на выходе.