

Лабораторная работа № 5.

Тема: Кодирование и декодирующие преобразователи.

1. Цель работы:

Изучение принципов действия цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей.

2. Программа работы:

- 2.1 Синтезировать схему АЦП параллельного преобразования.
- 2.2. Ввести схему АЦП и проверить ее работу.
- 2.3. Синтезировать схему АЦП последовательного приближения.
- 2.4. Ввести схему АЦП и проверить ее работу.
- 2.5. Снять осциллограммы напряжений.

3. Краткие теоретические сведения.

При использовании в системах обработки информации ЭВМ возникает необходимость преобразования непрерывных сигналов в двоичный код и обратного преобразования кода в непрерывные сигналы.

Наибольшее распространение получило кодирование информации, при котором, в сущности, производится измерение аналоговых величин, причём результаты измерения выдаются в виде последовательности двоичных кодов.

Задачей декодирующих преобразователей является представление информации, заданной в цифровой форме, её аналогом – напряжением. Дискретный характер информации при этом сохраняется, т.е. выходная величина, как и входная, принимает конечное число значений.

Наиболее широко распространённым способом цифро-аналогового преобразования является использование аттенюатора сопротивлений лестничного типа $R - 2R$.

На рис.3 показана принципиальная схема ЦАП в которой используется так называемая $R-2R$ резисторная матрица лестничного типа. Структура резисторной матрицы такова, что ток, втекающий в неё через какую-либо ветвь, на своём пути к концу «лестницы» в каждом узле делится на два равных тока, уходящих от узла по двум ветвям.

В случае n -разрядного преобразователя значение напряжения e в такой схеме определяется как

$$e = (1/3) \cdot (1/2)^{n-1} \cdot E_{ref} \cdot \sum_{i=0}^{n-1} X_i \cdot 2^i$$

Аналого-цифровое преобразование является операцией, устанавливающей отношение двух величин – входной аналоговой V_i и эталонной V_r . Цифровой сигнал преобразователя есть кодовое представление этого отношения. Если выходной код преобразователя является n -разрядным, то число дискретных выходных уровней равно 2^n .

На рис.2 приведена передаточная характеристика АЦП (ломаная линия) и линия абсолютной точности (линия проведена через нуль и точку максимального значения выходного сигнала).

Для квантового сигнала характерно наличие скачков на величину шага квантования в моменты времени, когда непрерывный (аналоговый) входной сигнал проходит средние между двумя уровнями значения. Между этими моментами времени значение выходного сигнала не изменяется. При таком способе построения квантованного сигнала максимальная ошибка квантования, определяемая разностью входного и выходного сигналов, нигде не будет превышать $\pm \frac{1}{2}$ шага квантования. Поскольку шаг квантования представляет собой значение аналоговой величины, на которую отличаются уровни входного сигнала, представляемые двумя соседними выходными кодовыми комбинациями, т.е. равен весу младшего значащего разряда, принято говорить, что погрешность не превышает $\pm \frac{1}{2}$ МЗР.

3.1. АЦП параллельного преобразования.

Метод мгновенного, или параллельного, преобразования иллюстрируется на рис.1. Он используется в тех случаях, когда требуется очень высокая скорость преобразования, например в видеотехнике, радиолокации, в цифровых осциллографах. В этом методе входной сигнал сравнивается одновременно со всеми пороговыми уровнями с помощью компараторов, смещённых по уровню опорного сигнала на один младший значащий разряд относительно друг друга. Смещение обеспечивается за счёт использования прецизионного резистивного делителя. При подаче аналогового сигнала на вход АЦП компараторы, смещённые выше уровня входного сигнала, имеют на выходе логический ноль, а смещённые ниже этого уровня – логическую единицу. Сигналы с выходов компараторов через D триггеры подаются на комбинационную схему (приоритетный шифратор см. Табл. 1.), на выходе которой получается цифровой код входного напряжения. Триггеры необходимы для исключения влияния на результат, разброса временной задержки компараторов. Скорость преобразования таких АЦП достигает 100МГц при 8-разрядном разрешении.

3.2. АЦП последовательного приближения.

АЦП последовательного приближения (поразрядного уравнивания) – наиболее распространённый способ реализации функции аналого-цифрового преобразования в преобразователях со средним и высоким быстродействием. В структуру АЦП последовательного приближения входит ЦАП.

Данный метод (см. рис.4) основан на аппроксимации входного сигнала двоичным кодом и последующей проверке правильности этой аппроксимации для каждого разряда кода, пока не достигается наилучшее приближение к величине входного сигнала. На каждом этапе этого процесса двоичное представление текущего приближения хранится в так называемом регистре последовательного приближения. Преобразование всегда начинается с установки единичного значения старшего значащего разряда в регистре последовательного приближения. Это соответствует первоначальной оценке величины входного сигнала половинной величины полного диапазона (полной шкалы). Компаратор сравнивает выходной сигнал ЦАП с входным напряжением и выдаёт контроллеру команду на сброс СЗР, если это первоначальная оценка превышает величину входного сигнала; в противном случае остаётся установленное значение СЗР. В следующем такте контроллер устанавливает в единичное значение следующий (по старшинству) разряд, и снова, исходя из уровня входного сигнала, компаратор «решает», сбрасывать или оставлять установленным этот разряд.

Преобразование продолжается аналогичным образом, пока не будет проверен последний МЗР. В этот момент содержимое регистра последовательных приближений является наилучшим приближением входного сигнала – это и есть выходной цифровой сигнал (слово) АЦП. Таким образом, в АЦП последовательного приближения выходной сигнал получается точно за n тактов для n - разрядного преобразователя.

4. Методические указания по выполнению работы.

4.1. Синтезировать АЦП параллельного преобразования.

4.1.1 Синтезировать АЦП параллельного преобразования на 2 разряда.

Процедуру синтеза отразить в отчете.

4.1.2. Зарисовать в отчет схему АЦП.

4.1.3. Ввести схему АЦП и проверить ее работу.

4.2. Синтезировать АЦП последовательного приближения.

4.2.1. Синтезировать схему АЦП последовательного приближения на два разряда. Процедуру синтеза отразить в отчете.

4.2.2. Зарисовать в отчет схему АЦП.

4.2.3. Ввести схему АЦП и проверить ее работу.

4.2.5. Продемонстрировать работу АЦП преподавателю.

5. Содержание отчета.

5.1. Описание процедур синтеза всех АЦП указанных в задании.

5.2. Схемы заданных АЦП.

5.3. Выводы.

6. Контрольные вопросы.

6.1. Что такое ЦАП ?

6.2. Что такое АЦП ?

6.3. Объясните принцип действия АЦП параллельного преобразования.

6.4. Объясните принцип действия АЦП последовательного приближения.

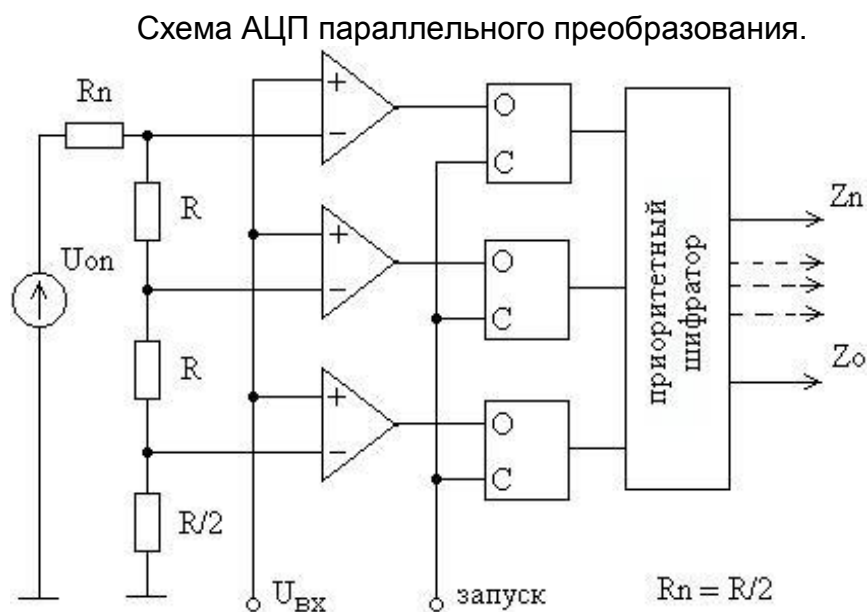


Рис.1.

Передаточная характеристика АЦП.



Рис.2.

Таблица 1.

Таблица состояния приоритетного шифратора.

$U_{ВХ}$	Десятичный эквивалент	Двоичное число	Состояние компараторов
0	0	00	000
1	1	01	001
2	2	10	011
3	3	11	111

ЦАП с матрицей R-2R.

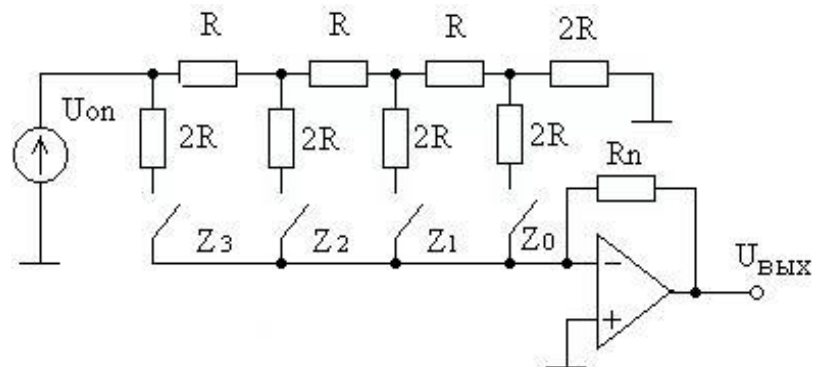


Рис.3.

АЦП последовательного приближения.



Рис. 4.