

1 Задание 4: Измерение напряжения сети

Цель: научиться измерять напряжение сети.

1.1 Задание на работу №4

Для получения информации о форме и уровне напряжения фаз сети, к которой подключен фильтр используются трансформаторы ТП-321-461Р, обеспечивающие согласование уровней и гальваническую развязку сигналов. Преобразованный сигнал с трансформатора требуется снизить до уровня амплитуды не более 1,5 В и обеспечить смещение +1,5 В для корректной обработки при помощи АЦП микроконтроллера, т.к. АЦП может обрабатывать сигналы в диапазоне 0..3,3 В. Для решения этих задач применены операционные усилители ОР297, имеющие диапазон питающего напряжения от ± 2 до ± 20 В, низкий уровень смещения не более 50 мкВ и проявившие стабильность свойств и надежность при использовании в аналогичных цепях.

Описание работы на примере одного канала, два других работают идентично (см. рис. 1)

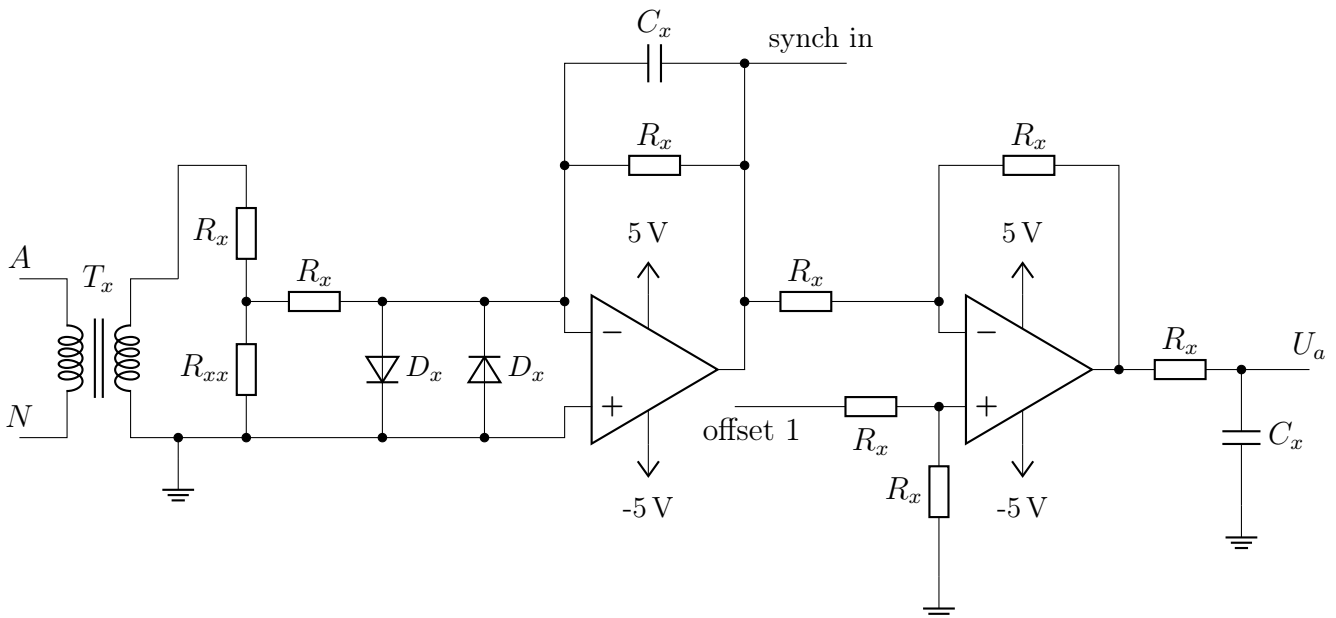


Рис. 1: Принципиальная электрическая схема входного канала измерения напряжения сети.

Напряжение с трансформатора T_x поступает на резисторный делитель напряжения $R_x - R_x$, понижающий уровень на ..., затем на усилитель DA_x и диодами D_x, D_x , ограничивающими напряжение на дифференциальном входе усилителя при отсутствии питания схемы. Усилитель выполнен по схеме инвертирующего усилителя с коэффициентом усиления 1 (коэффициент задан резисторами R_x и R_x). Параллельно резистору R_x установлен конденсатор C_x для фильтрации высокочастотных помех.

С выхода усилителя сигнал поступает на сумматор сигналов, выполненный на операционном усилителе DA_x и резисторах R_x, R_x и R_x . Выходное напряжение сумматора является суммой (с "весом") напряжений V_{DA} и $V_{offset 1}$. Выходное напряжение сумматора (...) определяется формулой (1) :

$$V_{DA} = \dots \quad (1)$$

- где V_{DA} – это напряжение на выводе усилителя
 $V_{offset 1}$ – напряжение в сети offset 1
 V_{DA} – напряжение на выводе усилителя DA_x

Сигнал для смещения (см. рис. 2) формируется источником DA_x , который имеет выходное напряжение 3 В, стабилизируется и фильтруется конденсаторами C_x и C_x , поступает на резисторный делитель $R_x - R_x$ с коэффициентом 1/2, затем, полученные 1,5 В поступают на повторитель DA_x , с которого берется сигнал для смещения.

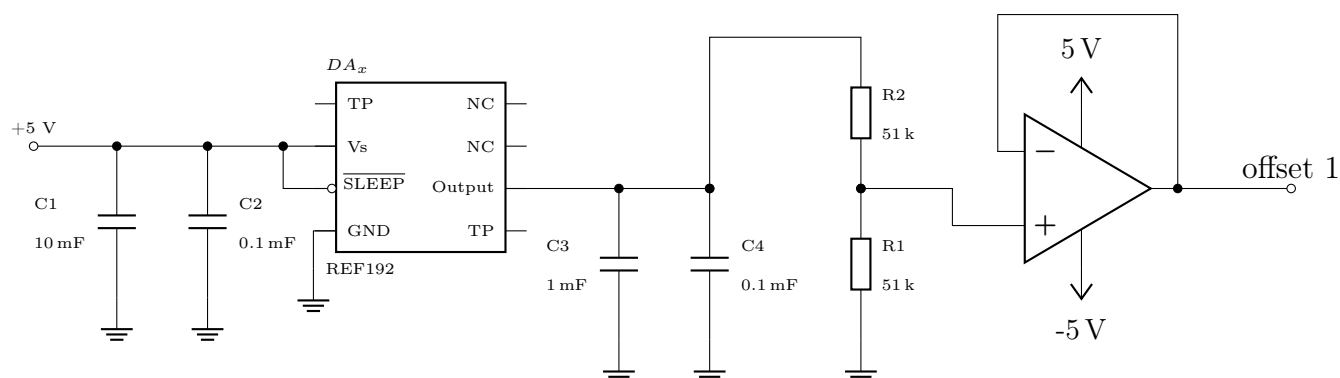


Рис. 2: Принципиальная электрическая схема смещения сигналов

Сумматор обеспечивает сложение переменного сигнала с усилителя DA_x с сигналом смещения +1,5 В. Затем выходной сигнал сумматора фильтруется R-C фильтром низких частот $R_x - C_x$ с частотой среза $(5 + N_{\text{варианта}})$ кГц (см. формулу (2)) и поступает на вход АЦП микроконтроллера. Частота среза НЧ-фильтра:

$$f_c = \dots \quad (2)$$

1.2 Индивидуальные задания

Собрать схему в программе ngspice или tina и восстановить пропуски в тексте и в формулах, присвоить позиционные обозначения элементов в схеме и привести в соответствие упоминания позиционных обозначений в тексте:

- действующее напряжение сети принять равным $(110 + 10 \cdot N_{\text{варианта}})$ В;
- частоту среза принять равной $(5 + N_{\text{варианта}})$ кГц;
- внимание: УГО (условное графическое обозначение) операционного усилителя может отличаться от УГО ОУ, используемого программой ngspice или tina.

Примечание: выход *synch in* в текущей работе не используется, будет использован в работе №5.