

# 1 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  $\pm 2$  до  $\pm 20$  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)

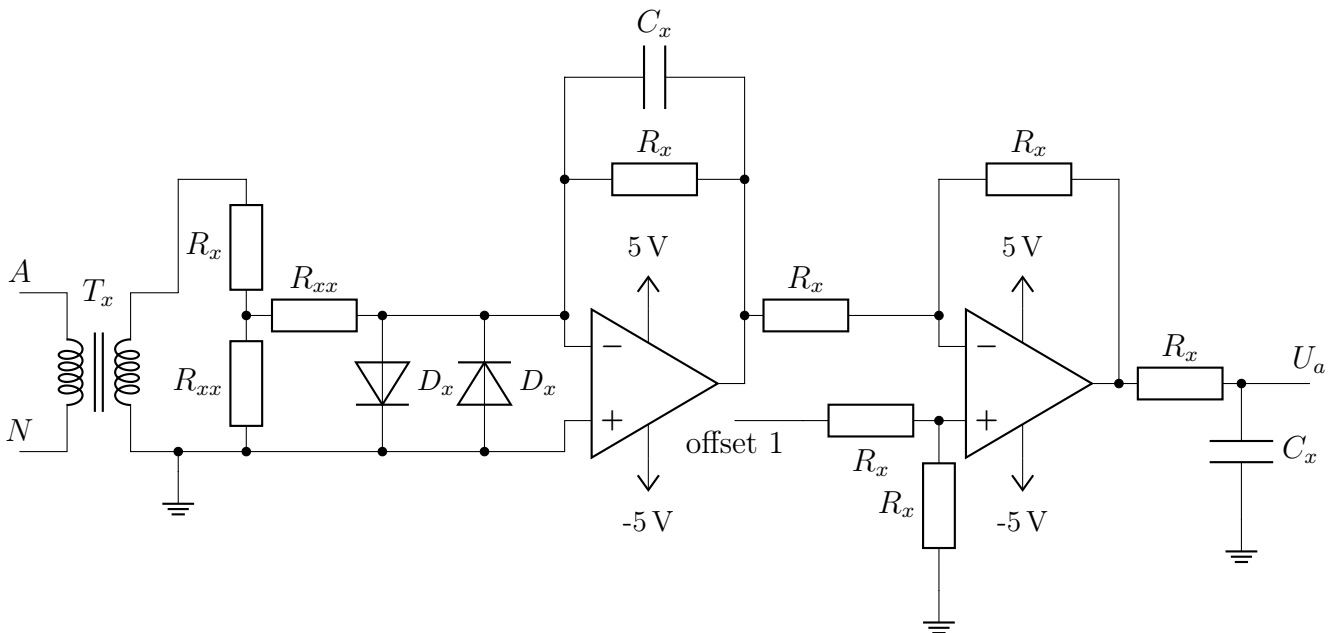


Рис. 1: Принципиальная электрическая схема входного канала измерения напряжения сети.

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  $V_{\text{offset } 1}$ . Выходное напряжение сумматора (...) определяется формулой (1) :

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

- где  $V_{DA}$  — это напряжение на выводе усилителя  
 $V_{\text{offset } 1}$  — 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.

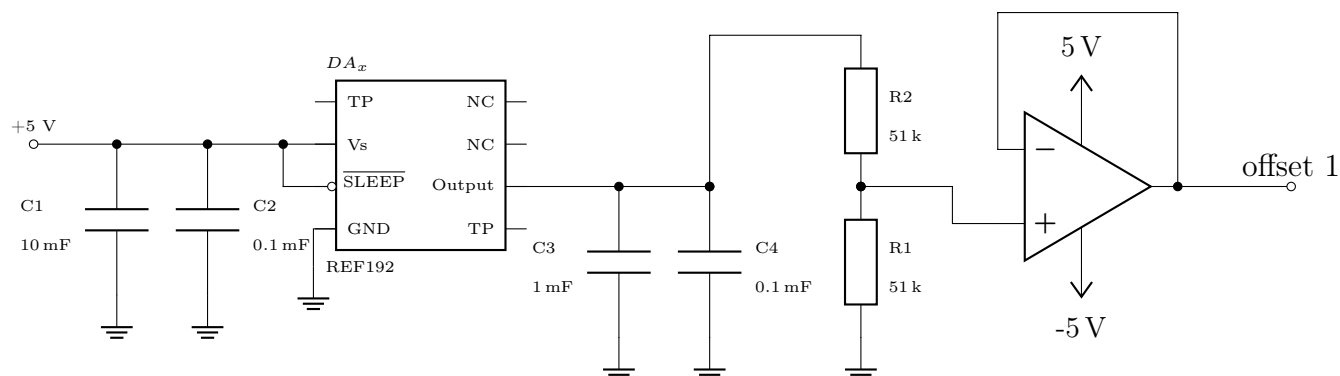


Рис. 2: Принципиальная электрическая схема смещения сигналов

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 tina и восстановить пропуски в тексте и в формулах, присвоить позиционные обозначения элементов в схеме и привести в соответствие упоминания позиционных обозначений в тексте:

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