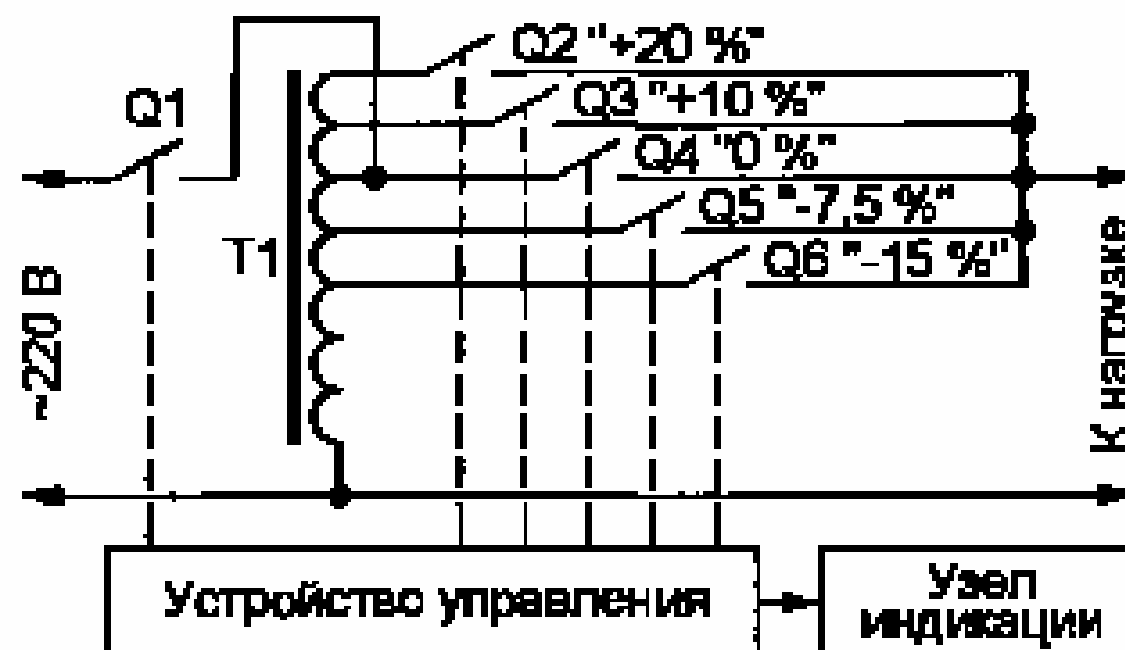


## Схема стабилизатора сетевого напряжения с микроконтроллерным управлением

Для стабилизации напряжения сети в бытовых условиях используют в основном феррорезонансные стабилизаторы. К числу их недостатков следует отнести искажение синусоидальной формы выходного напряжения (к примеру, холодильник к такому стабилизатору подключать запрещается), ограниченную мощность стабилизаторов бытового назначения (300...400 Вт) при значительных массогабаритных показателях, невозможность работы без нагрузки, узкий диапазон стабилизации и выход из строя при повышенном напряжении в сети.

От указанных недостатков свободен компенсационный стабилизатор напряжения, структурная схема которого показана на рис. 1.

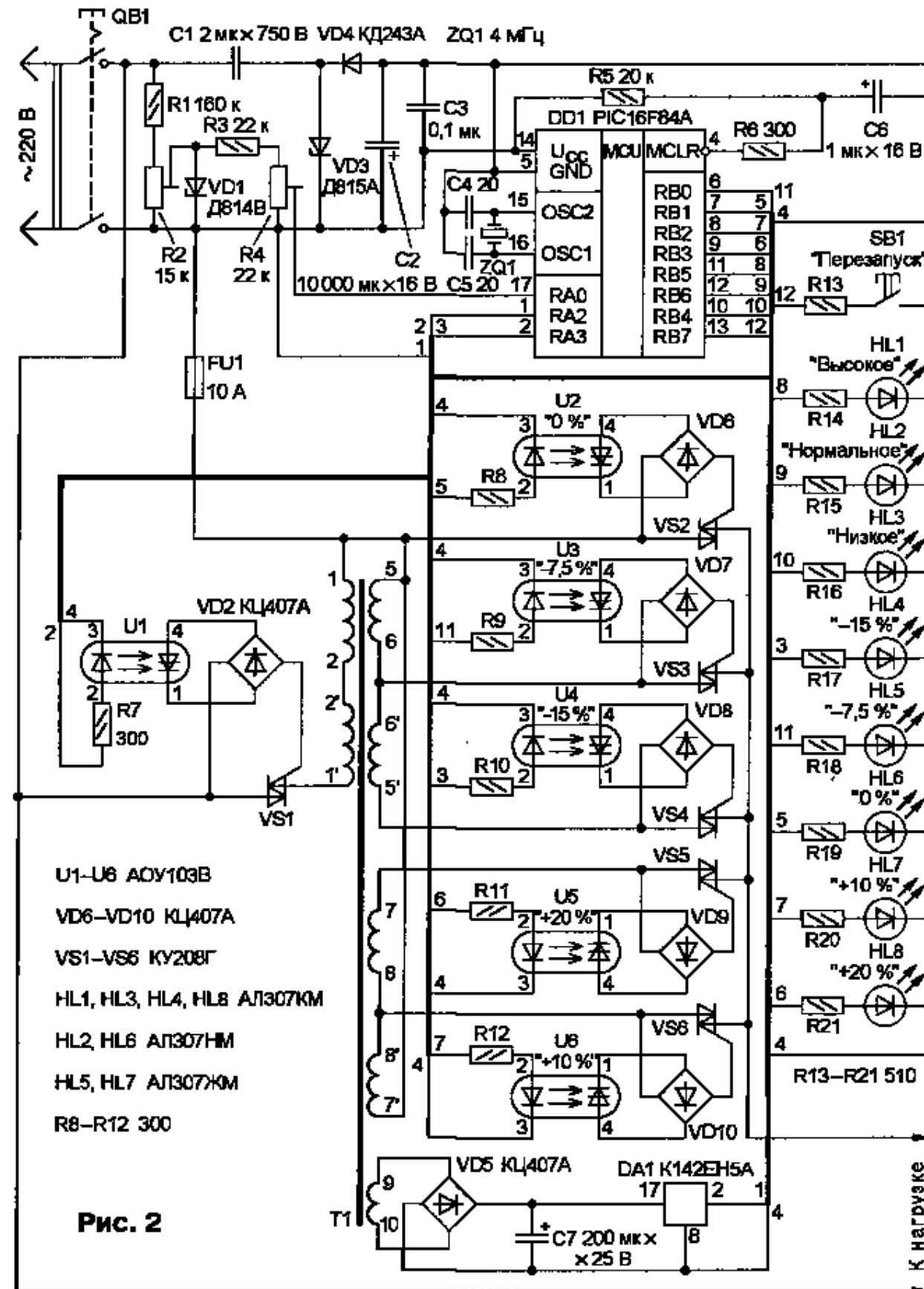


**Рис. 1**

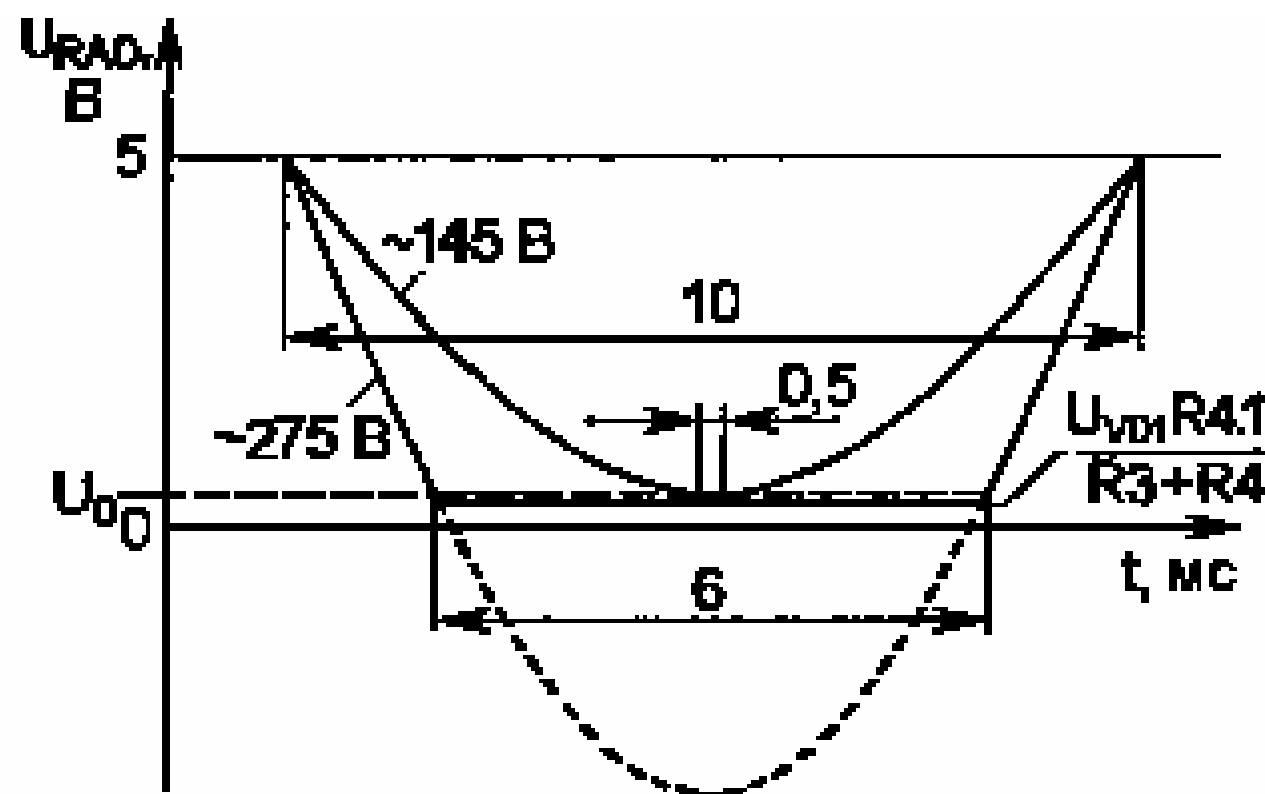
Работает он по принципу ступенчатой коррекции напряжения, осуществляемой переключением отводов обмотки автотрансформатора Т1 с помощью симисторных ключей Q2—Q6 под управлением микроконтроллера (МК), следящего за уровнем напряжения в сети.

Примененный в стабилизаторе способ оценки амплитуды сетевого напряжения крайне прост в реализации и обеспечивает вполне достаточную для данного применения точность измерения. Однако он накладывает ряд ограничений на возможное применение устройства. Прежде всего, частота сетевого напряжения должна оставаться постоянной (50 Гц). Это условие может нарушаться, например, если энергоснабжение производится от [автономного дизель-генератора](#). Кроме того, точность измерения уменьшается с ростом нелинейных искажений формы сетевого напряжения, возникающих при работе близко расположенных мощных потребителей с сильно выраженным индуктивным характером нагрузки.

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 2.



По записанной в памяти программе МК DD1 производит измерение сетевого напряжения в каждом периоде (20 мс). С делителя R1R2 отрицательные полуволны сетевого напряжения, проходя через стабилитрон VD1, формируют на нем импульсы с амплитудой, определяемой напряжением стабилизации стабилитрона, в данном случае 10 В. С делителя R3R4, уменьшающего амплитуду полученного сигнала до ТТЛ уровня (рис. 3), эти импульсы приходят на линию 0 порта А, настроенную на ввод.



**Рис. 3**

С помощью подстроечного резистора R4 нижний уровень сигнала на входе МК установлен на 0,2...0,3 В ниже уровня лог. 0. При комнатной температуре и стабилизированном напряжении питания уровень напряжения перехода цифрового входа КМОП микросхемы из состояния лог. 1 в состояние лог. 0 (и обратно из 0 в 1 с некоторым гистерезисом, которым в данном случае можно пренебречь ввиду его постоянного значения) остается практически постоянным.

Как видно из рис. 3, при изменении сетевого напряжения от 145 до 275 В длительность импульсов, соответствующих лог. 0, изменяется примерно от 0,5 до 6 мс. Измеряя длительность этих импульсов, программа МК вычисляет уровень сетевого напряжения в текущем периоде. (R4.1 – сопротивление части резистора R4 от нижнего – по схеме – вывода до движка).

После включения стабилизатора сетевое напряжение контролируется в течение 5 с. Если оно находится в пределах 145...275 В, мигает зеленый светодиод HL2 "Нормальное", в противном случае загораются светодиод HL3 "Низкое" или HL1 "Высокое" (в зависимости от значения сетевого напряжения). В таком состоянии стабилизатор находится до тех пор, пока напряжение в сети не войдет в заданные пределы.

Если по прошествии 5 с напряжение в сети остается в допустимых пределах, МК выдает команду на открывание симистора VS1, через который автотрансформатор Т1 подключается к сети. После этого МК еще в течение 0,5 с производит контрольные замеры сетевого напряжения, а затем, в зависимости от результата измерения, открывает

один из симисторов VS2—VS6, тем самым подключая нагрузку к одному из пяти отводов [автотрансформатора](#). Гальваническая развязка симисторов с МК осуществляется тиристорными оптронами U1— U6.

В процессе регулирования открывающий импульс снимается с включенного симистора в конце полупериода синусоиды сетевого напряжения. После этого программа МК выдерживает паузу 4 мс, а затем подает открывающий импульс на другой симистор. Длительность задержки между переключениями симисторов может быть увеличена изменением в начале программы (в блоке описания констант) соответствующего значения времени задержки (см. комментарии в исходном тексте программы). Увеличение этого времени до 10... 15 мс необходимо в случае, если к стабилизатору подключена индуктивная нагрузка с коэффициентом мощности меньше 0,7...0,8.

При отклонении сетевого напряжения за допустимые пределы автотрансформатор вместе с нагрузкой отключается симистором VS1. Светодиоды HL1—HL8 индицируют состояние стабилизатора и уровни напряжения в сети.

В зависимости от величины сетевого напряжения U выводы дополнительных обмоток автотрансформатора переключаются в следующем порядке:

- $U < 145$  В — нагрузка отключена, горит красный светодиод HL3 ("Низкое");
- $145 < U < 165$  В — нагрузка подключена к выводу 7 (далее для краткости указаны только номера выводов, к которым подключена нагрузка), горит красный светодиод HL8 (" +20 %"), мигает HL3 ("Низкое");
- $165 < U < 190$  В — вывод 7, горит HL8 (" +20 %");
- $190 < U < 205$  В — выводы 8 и 8', горит желтый светодиод HL7 (" +10 %");
- $205 < U < 235$  В — вывод 1, горит зеленый светодиод HL6 ("0 %");
- $235 < U < 245$  В — выводы 6 и 6', горит желтый светодиод HL5 (" -7,5 %");
- $245 < U < 265$  В — вывод 5', горит красный светодиод HL4 (" -15 %");
- $265 < U < 275$  В — вывод 5', горит красный светодиод HL4 (" -15 %"), мигает HL1 ("Высокое");
- $U > 275$  В — нагрузка отключена от сети, горит красный светодиод HL1 ("Высокое").

Для предотвращения беспорядочного переключения симисторов в случае, если сетевое напряжение находится на пороге переключения отводов автотрансформатора, в программу введен некоторый "гистерезис" в срабатывании. Например, если при увеличении сетевого напряжения от 189 до 190 В будет произведено переключение нагрузки с отвода " +20 %" на " +10 %",