

**Е.А. Чижова, Э.С. Заневский, М.С. Кетова,
Е.С. Бутолина, К.Ю. Меньшакова, Л.П. Андреева**

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

ЗАЩИТА РАДИОАППАРАТУРЫ ОТ КОЛЕБАНИЙ СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Дано описание ограничителя сетевого напряжения в диапазоне 180–240 В с выводом результатов измерений на цифровой индикатор.

Устройство предназначено для защиты различной сетевой электрорадиоаппаратуры от колебаний питающего напряжения. Основой предлагаемого устройства является микроконтроллер со встроенным аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Он постоянно измеряет сетевое напряжение, а в случае его выхода за заранее установленные пользователем пороговые значения напряжения в сети отключает нагрузку от сети. Результаты измерения и информация о режимах работы устройства выводятся на ЖК-индикатор. К устройству можно подключать потребители мощностью от нескольких мВт до 3 кВт (230 В, 16 А), так как в качестве исполнительного элемента применено электромагнитное реле. В устройстве использован бестрансформаторный блок питания, поэтому при его изготовлении и настройке необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности.

При разработке ограничителя напряжения с большим допустимым разбросом входного напряжения использовалась микросхема LNK304 [1–3] с допустимым рабочим диапазоном напряжения от 85 до 265 В. Для расширения интервала питающего напряжения был применен входной конденсаторный делитель напряжения. Блок питания в этом устройстве устойчиво запускается при напряжении сети от 40 В и надежно работает при напряжении до 400 В.

Схема устройства показана на рисунке.

Его основа – микроконтроллер PIC 16F876A (DD1). Был выбран микроконтроллер со встроенным АЦП, позволяющим реализовать

цифровой вольтметр. На вход АЦП микроконтроллера DD1 с делителя напряжения R1R2R3 поступает переменное напряжение. Микроконтроллер постоянно проводит его измерение, а максимальный результат (амплитудное значение) выводит на ЖК-индикатор HG1. Поэтому для индикации действующего напряжения соответствующее ему переменное напряжение устанавливают входным делителем по образцовому вольтметру. Такой вольтметр обладает хорошей линейностью в интервале входного напряжения 10...500 В.

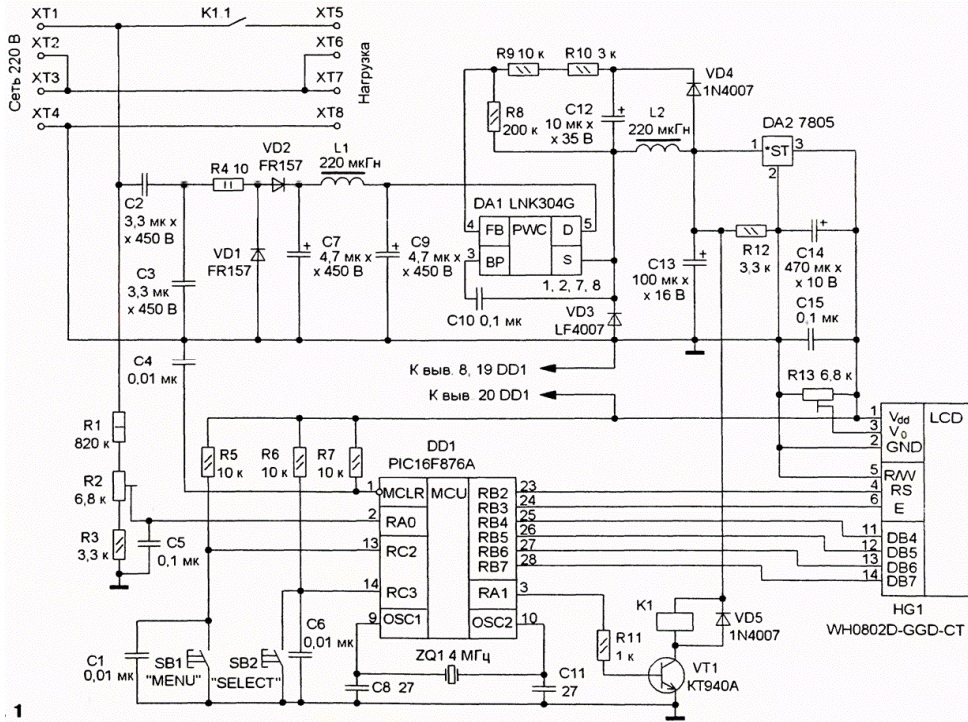


Рис. Схема устройства ограничителя напряжения

Одновременно микроконтроллер DD1 сравнивает полученные результаты с заложенными в его память значениями нижнего и верхнего порогов отключения. Если напряжение сети находится в допустимом интервале – между нижним и верхним порогами, на линии порта RA1 установится напряжение высокого уровня, транзистор VT1 откроется и питающее напряжение поступит на реле K1. Своими контактами K1.1 оно подключит нагрузку к сети. При выходе напряжения сети за допустимые пределы на линии порта RA1 установится низкий уровень, транзистор закроется и нагрузка обесточится. По

умолчанию (заложено в коды программы) в память микроконтроллера записан нижний порог 200 В и верхний 240 В.

Напряжение питания микроконтроллера DD1 и ЖК-индикатора HG1 стабилизировано интегральным стабилизатором напряжения DA2. Он в свою очередь питается от понижающего импульсного стабилизатора напряжения DA1. Дроссель L2 – накопительный. Емкостный делитель сетевого напряжения собран на конденсаторах C2 и C3. Поскольку ёмкость этих конденсаторов одинакова, то примерно половина входного напряжения через ограничительный резистор R4 выпрямляется диодами VD1 и VD2. Далее пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются LC-фильтром, реализованным на элементах C7L1C9, и подаются на вход D интегрального преобразователя DA1.

Для входа в режим установки порогов необходимо нажать кнопку SB1 «MENU» и удерживать ее не менее двух секунд. После отпускания кнопки нагрузка будет отключена от сети и в верхней строке ЖК индикатора (ЖКИ) появится сообщение «U 200 В», а в нижней – «↓MIN↓». Нажимая на кнопку SB2 «SELECT», устанавливают нижний порог отключения, и для подтверждения введенного значения нажимают на кнопку SB1. Затем в верхней строке ЖКИ появится сообщение «U 240 В», а в нижней – «↑MAX↑». Нажатиями на кнопку SB2 устанавливают верхний порог отключения и подтверждают это значение нажатием на кнопку SB1.

После этого, если сетевое напряжение находится в разрешенном интервале, устройство подключит нагрузку к сети. В другом случае устройство отключит нагрузку, и на дисплей в нижней строке будет выведена соответствующая информация. При превышении сетевым напряжением верхнего порога нагрузка будет отключена от сети, и на ЖКИ появится, например, такое сообщение: «U 280 В» (напряжение в сети в данный момент) – в верхней строке и «ЗАЩИТА» – в нижней.

Для исключения установки пользователем «запредельных» значений минимальный порог программно ограничен пределами 170...200 В, а максимальный – 240...270 В. Все установленные значения записываются в энергонезависимую память микроконтроллера, поэтому после отключения устройства от сети и последующем его включении все настройки восстанавливаются. Верхняя строка ЖК-индикатора используется как цифровой вольтметр переменного тока и постоянно отображает напряжение в сети.

Все элементы, кроме ЖКИ и кнопок, монтируются на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Элементы: резисторы P1-12, конденсаторы K10-17в (типоразмеров 0805 или 1206) предназначены для поверхностного монтажа, их устанавливают со стороны печатных проводников вместе с диодами VD4, VD5 и микросхемой DA1 в корпусе SMD-8В. С2, С3 предназначены для работы при переменном напряжении до 450 В. ЖКИ WH0802D-GGD-CT можно заменить аналогичными индикаторами 2×16 (2 строки по 16 знакомест) на основе контроллеров HD44780 или KS0066.

При выборе замены необходимо обратить особое внимание на выводы питания 1 и 2, переплюсовка может привести к выходу индикатора из строя. Катушки индуктивности – VLU0608-221KFE. Реле – TIANBOTRA2L-12VDC-S-Z. Ток, потребляемый устройством при включенном реле, не превышает 60 мА. Кнопки обязательно должны быть с длинными толкателями, поскольку устройство не имеет гальванической развязки с сетью.

Технические характеристики устройства:

Напряжение сети, В	40...400
Интервал установки нижнего порога отключения, В	170...200
Интервал установки верхнего порога отключения, В	240...270
Шаг установки порогов отключения, В	2
Максимальный ток нагрузки, А	16

Библиографический список

1. Перельман Б.Л., Шевелев В.И. Отечественные микросхемы и зарубежные аналоги: справочник. – М., 1998.
2. Хрулев А. К., Черепанов В.П. Диоды и их зарубежные аналоги: справочник. – М., 1999.
3. Тихончук М. Устройство защиты от колебаний напряжения сети // Радио. – 2010. – № 12.

Получено 06.09.2012