

БЕСПАЛОВ Н. Н., ПАНЬКИН К. Ю.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕЛИЧИН НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Аннотация. В статье исследуется влияние величины емкости входного конденсатора фильтра параметрического стабилизатора на основные параметры линейного источника питания. Приведены графики зависимостей, с помощью которых можно подобрать оптимальную величину параметров для линейного источника питания на базе параметрического стабилизатора. Исследование проводилось с помощью моделирования в программе Multisim 11.

Ключевые слова: линейный источник питания, пульсации, напряжение на вторичной обмотке, конденсатор, ток в нагрузке, мощность, сетевое напряжение, площадь радиатора.

BESPALOV N. N., PANKIN K. YU.

OPTIMIZATION OF VALUES OF SOME PARAMETERS OF LINEAR POWER SOURCES BASED ON VOLTAGE REGULATORS

Abstract. The article investigates the effect of the input capacitor value on the parameters of a linear power source. Dependency graphs, which help to select the optimum parameter value for a linear power source, are provided. The study was carried out using modeling in the program Multisim 11.

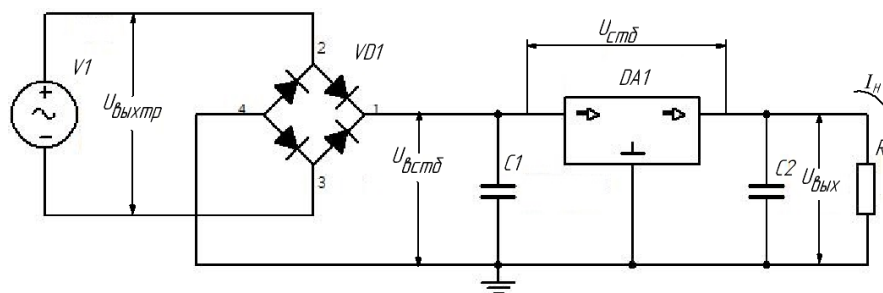
Keywords: linear power source, voltage ripple, secondary voltage, capacitor, load current, power, line voltage, heatsink area.

Стабилизированные линейные источники питания (ЛИП) на основе параметрических стабилизаторов напряжения обладают относительно низким коэффициентом полезного действия (КПД) по сравнению с импульсными высокочастотными источниками питания. Однако первые создают существенно меньшие помехи и имеют относительно малые низкочастотные пульсации выходного напряжения, поэтому такие источники питания широко используются в измерительной технике, для питания усилительных и преобразовательных каскадов. Для выполнения своей задачи ЛИП должны, прежде всего, обеспечивать минимальные пульсации на выходе, осуществлять стабилизацию при колебаниях напряжения питающей промышленной сети, обладать относительно малыми габаритами и нормально работать при повышении температуры окружающей среды [1; 2]. Одним из факторов, способствующих выполнению этих комплексных требований, является выбор величин входной емкости конденсатора фильтра на входе компенсационного стабилизатора ЛИН.

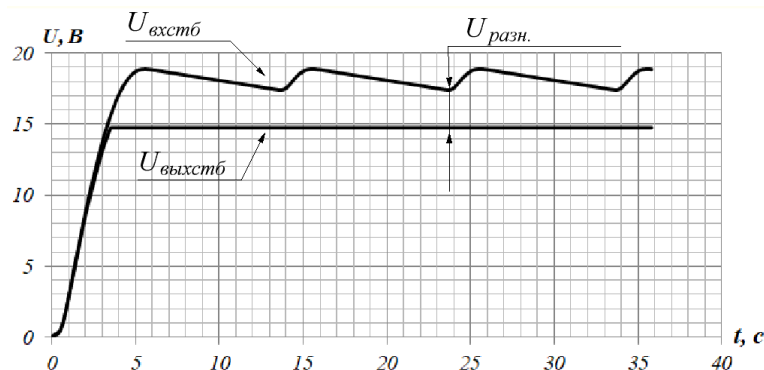
Цель работы заключалась в определении входной емкости конденсатора при которой достигаются оптимальные величины параметров ЛИП, которые обеспечат стабильную работу ЛИП в случае колебания сетевого напряжения и в случае изменения температуры окружающей среды T_{OKP} . Выполнение работы велось в Multisim 11.

Моделирование схемы источника питания в программном комплексе Multisim 11.

В программном комплексе Multisim 11 реализована модель ЛИН на микросхеме LM7815CT (рис. 1а). Микросхема позволяет получить стабильное напряжение на выходе $U_{ВЫХ}$ равное 15 В и стабильный ток в нагрузке I_H до 1 А. Элемент V1 имитирует выходную обмотку трансформатора ($U_{ВЫХТР}$).



а)



б)

Рис. 1. Модель ЛИН с параметрическим стабилизатором на основе микросхемы LM7815CT и временные диаграммы напряжения на входе и выходе стабилизатора.

На рисунке 1б приведены временные диаграммы напряжения $U_{ВХСТБ}$ на входном конденсаторе C1 и, соответственно, на входе стабилизатора моделируемого ЛИП и выходного стабилизированного напряжения $U_{ВЫХ} = 15$ В, полученного с минимальными пульсациями. Моделирование всех режимов проводилось при соблюдении обязательного условия: минимальная разница между входным и выходным напряжением микросхемы $U_{разн.}$ должна быть не менее 2 В, чтобы обеспечивать заданный режим стабилизации при любых условиях.

Опытным путем было выявлено, что, увеличивая емкость входного конденсатора

$C1$, можно добиться уменьшения величин следующих параметров: напряжения вторичной обмотки трансформатора $U_{ВЫХТР}$, мощности, выделяемой регулирующим элементом параметрического стабилизатора (P), площади радиатора охлаждения (S).

Результаты моделирования.

На основе моделирования ЛИП при различных сочетаниях величин различных параметров получены данные, по которым построены следующие графики зависимостей.

На рисунках 2 и 3 приведены графики зависимости изменения $U_{ВЫХТР}$ от емкости входного конденсатора $C1$ при стандартном разбросе напряжения питающей промышленной сети и величинах тока нагрузки $I_H = 0,5$ А и 1 А.

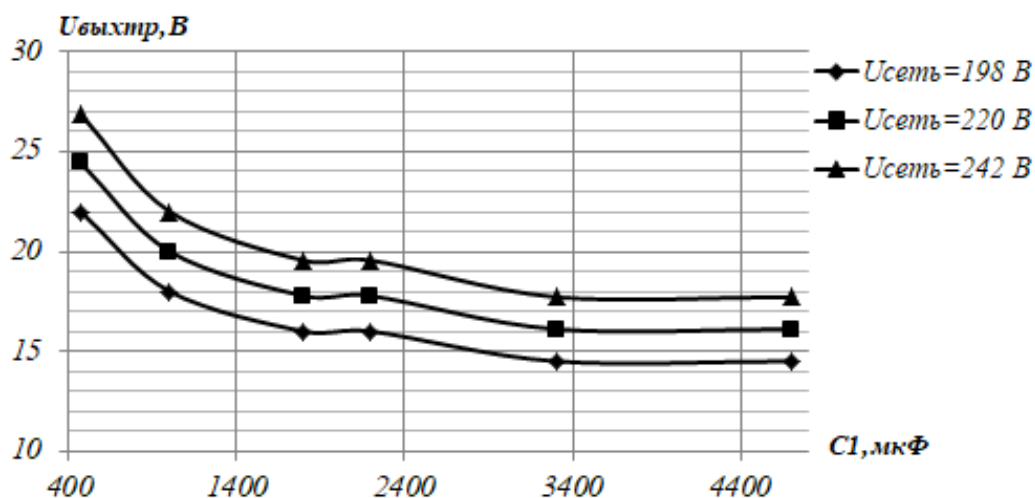


Рис. 2. Графики зависимости напряжения $U_{ВЫХТР}$ на выходной обмотке трансформатора от емкости конденсатора $C1$ при разных значениях сетевого напряжения и токе нагрузки $I_H = 0,5$ А.

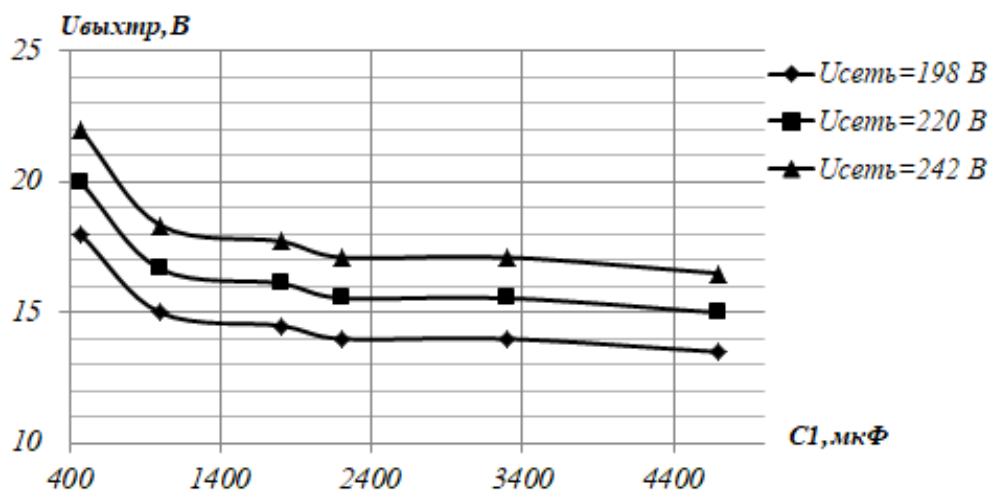


Рис. 3. Графики зависимости напряжения $U_{ВЫХТР}$ на выходной обмотке трансформатора от емкости конденсатора $C1$ при разных значениях сетевого напряжения и токе нагрузки $I_H = 1$ А.

Из зависимостей, представленных на рисунках 2 и 3 видно, что выходное напряжение $U_{ВЫХТР}$ уменьшается при увеличении емкости конденсатора $C1$ при обеспечении обязательного установленного условия $U_{разн} \geq 2$ В, что позволяет выбрать трансформатор с относительно малым выходным напряжением на вторичной обмотке.

На рисунках 4 и 5 показаны графики зависимости выделяемой мощности на стабилизаторе от $U_{ВЫХТР}$ при разных номиналах $C1$ и разных токах нагрузки.

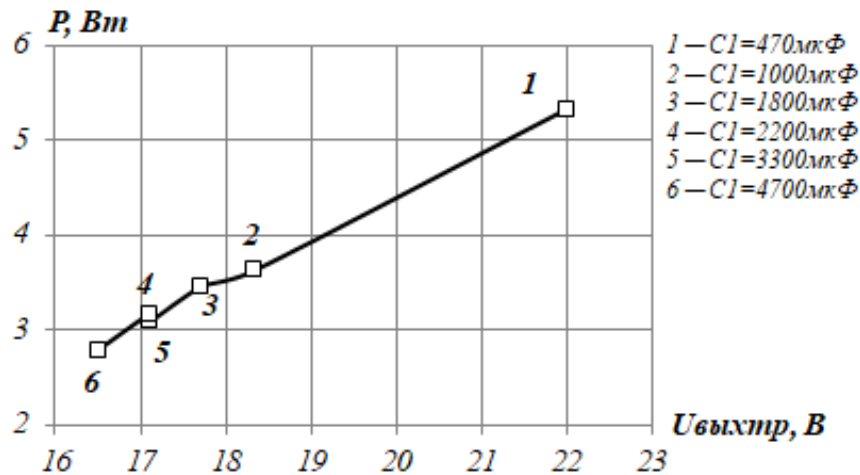


Рис. 4. График зависимости мощности, выделяемой на стабилизаторе, от напряжения с вторичной обмотки трансформатора при сетевом напряжении 242 В и $I_H = 0,5$ А.

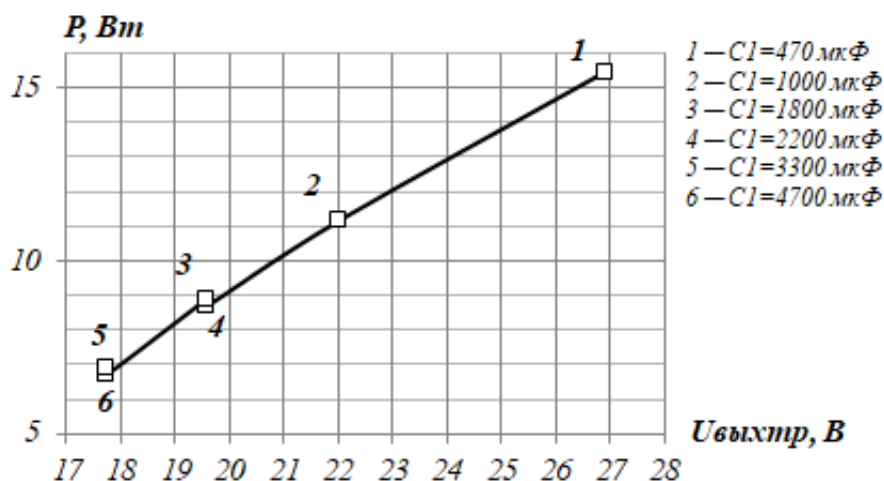


Рис. 5. Графики зависимости мощности, выделяемой на стабилизаторе, от напряжения с вторичной обмотки трансформатора при сетевом напряжении 242 В и $I_H = 1$ А.

Из графиков на рисунках 4 и 5 видно, что с увеличением емкости входного конденсатора $C1$ уменьшается выделяемая мощность P на микросхеме, что, естественно, увеличивает КПД стабилизатора и снижает температуру кристалла. Уменьшение выделяемой мощности также приводит к уменьшению площади S охлаждающего

радиатора микросхемы при обеспечении требуемой температуры T_{Π} , что существенно уменьшает габариты всей конструкции стабилизатора.

На рисунке 6 показана зависимость площади радиатора S стабилизатора от напряжения с вторичной обмотки трансформатора $U_{\text{ВЫХТР}}$ при температуре прибора T_{Π} равной 80°C и 125°C с учетом температуры окружающей среды равной 40°C .

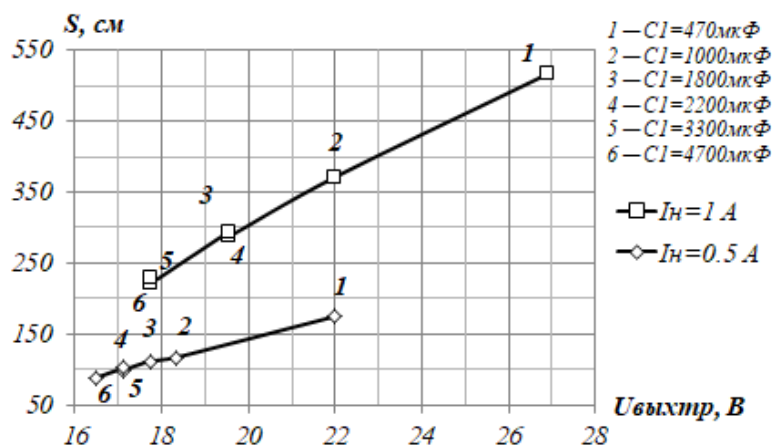


Рис. 6. Графики зависимости площади радиатора стабилизатора от напряжения с вторичной обмотки трансформатора при входном сетевом напряжении 242 В и $T_{\Pi} 80^{\circ}\text{C}$.

На рисунке 6 представлены графики, на которых видно, что увеличивая емкость входного конденсатора $C1$ возможно уменьшать площадь радиатора охлаждения микросхемы без снижения качества питания.

На основании проведенного исследования определено, что для стабилизированного ЛИП на 15 В оптимальное значение емкости входного конденсатора составляет величину не менее 3300 мкФ. При данном номинале емкости конденсатора фильтра достигается минимальное значение мощности потерь на регулирующем транзисторе стабилизатора на микросхеме, что ведет к увеличению КПД стабилизатора и уменьшению площади радиатора охлаждения микросхемы, что, естественно, предопределяет снижение массогабаритных показателей ЛИП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обрусник В. П., Шадрин Г. А. Стабилизированные источники питания радиоэлектронных устройств. – Томск: ТУСУР, 2011. – 280 с.
2. Шустов М. А. Практическая схемотехника. Источники питания и стабилизаторы. – М.: Алекс А, 2002. – 190 с.