

ЭКОНОМИЧНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ

В. АНДРЕЕВ, г. Тольятти

Не вдаваясь в подробный анализ достоинств и недостатков различных принципов преобразования и стабилизации напряжения, автор статьи делится опытом разработки простых экономичных стабилизаторов напряжения с биполярным транзистором в качестве регулирующего элемента. Большое внимание уделено выбору источника образцового напряжения. В статье приведены таблицы с результатами испытаний различных стабилизаторов, облегчающие выбор подходящего варианта.

Для достижения высокой экономичности радиоэлектронных устройств, питающихся от гальванических элементов или аккумуляторов и требующих стабилизированного напряжения, кроме правильного выбора напряжения питания и типа элементов, важное значение имеет выбор соответствующего экономичного стабилизатора, обеспечивающего максимально длительную работу устройства без замены источников питания.

Экономичным (с высоким КПД) называют стабилизатор, который одновременно удовлетворяет двум условиям: во-первых, он должен иметь малый ток потребления по сравнению с током нагрузки; во-вторых, — иметь минимально допустимое падение напряжения на регулирующем элементе.

В литературе часто встречаются описания экономичных стабилизаторов, в которых авторы основное внимание уделяют уменьшению потребляемого тока самим стабилизатором и не придают большого значения тому факту, что для его нормальной работы входное напряжение должно превышать выходное минимум на 1,5...2 В. При питании от батарей это обстоятельство играет первостепенную роль. Несложные расчеты показывают, что уменьшение КПД стабилизаторов происходит именно из-за рассеивания энергии в виде тепла на регулирующем транзисторе и эти потери прямо пропорциональны падению напряжения.

В общем виде стабилизатор представляет собой регулируемый делитель напряжения, где в качестве регулирующего элемента используют транзистор, проводимость которого изменяет управляющий элемент.

В экономичных стабилизаторах управляющий элемент должен обеспечивать достаточный ток базы регулирующего транзистора при минимальном собственном потреблении. Этот ток вырабатывается путем сравнения выходного напряжения с образцовым. Важное значение имеет правильный выбор источника образцового напряжения (ИОН), от параметров которого зависят характеристики стабилизатора: коэффициент стабилизации ($K_{ст}$), температурный коэффициент напряжения (ТКН), экономичность и др.

Регулирующий транзистор должен поддерживать стабильное выходное напряжение при уменьшении напряжения питания до минимального значения, незначительно превышающего номинальное выходное напряжение стабилизатора. Минимальная разность между входным и выходным напряжениями, при которой стабилизатор еще может поддерживать номинальное выходное напряжение, зависит и от схемы подключения регулирующего транзистора [1].

МИКРОМОЩНЫЕ ИСТОЧНИКИ ОБРАЗЦОВОГО НАПЯЖЕНИЯ

Наиболее простая схема ИОН получается при использовании стабилизаторов, выбор которых достаточно большой, но на практике часто возникают затруднения из-за разброса напряжения стабилизации стабилизаторов одного типа и низкой экономичности при питании микромощных устройств.

Принято считать, что стабилизаторы непригодны для работы при токе менее 0,5...1 мА. Это справедливо в

случае, когда необходимо получить гарантированный результат, не тратя время на проверку и подборку подходящих стабилизаторов. Однако большая их часть может работать и при меньшем токе, обеспечивая приемлемые параметры для тока нагрузки, не превышающего несколько десятков микроампер.

Чтобы убедиться в этом, достаточно начертить зависимости параметров стабилизаторов не в линейном масштабе, как делается в большинстве справочников, а в логарифмическом. На рис. 1 — 3 представлены зависимости напряжения стабилизации ($U_{ст}$) и дифференциального сопротивления ($R_{д}$) от тока стабилизации ($I_{ст}$) в указанном масштабе.

В связи с тем, что параметры стабилизаторов характеризуются большим разбросом, зависимости напряжения стабилизации от тока для стабилизаторов КС133А, КС147А, КС156А, КС168А представляют собой усредненные характеристики (рис. 1). Для стабилизаторов серии Д814, имеющих особенно сильный разброс параметров менее 200...300 мкА, графики представляют собой заштрихованные области (рис. 2), построенные на основе обобщения характеристик нескольких (до пяти) стабилизаторов каждого типа. Небольшое число испытанных стабилизаторов не позволяет делать выводы, претендующие на большую точность, но некоторые общие тенденции все же просматриваются.

Испытания показали, что у стабилизаторов Д808 — Д811, Д813, серий Д814 и Д818 с уменьшением тока напряжение стабилизации вначале уменьшается незначительно, но при токе менее 200...300 мкА у некоторых экземпляров становится непредсказуемо низким. У низковольтных стабилизаторов КС133А, КС147А, КС156А с уменьшением тока напряжение стабилизации монотонно снижается без резких провалов.

График для стабилизаторов КС133А и КС147А (рис. 3) представляет собой почти прямую линию, показывающую обратную пропорциональную зависимость дифференциального сопротивления от тока. Уменьшение тока в 1000 раз, например, с 32 мА до 32 мкА, приводит к увеличению $R_{д}$ также в 1000 раз — с 10 Ом до 10 кОм.

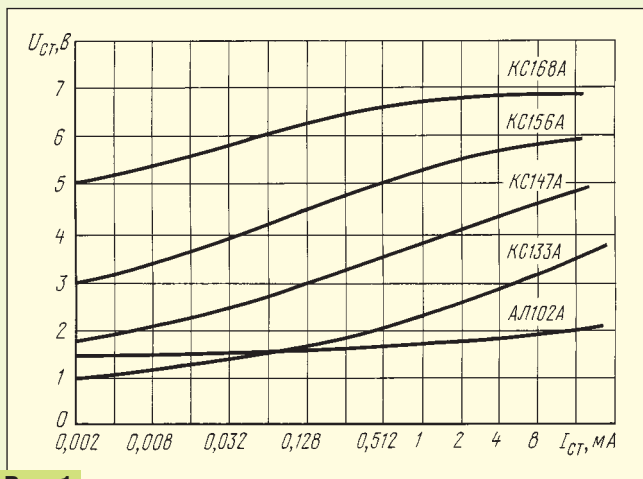


Рис. 1

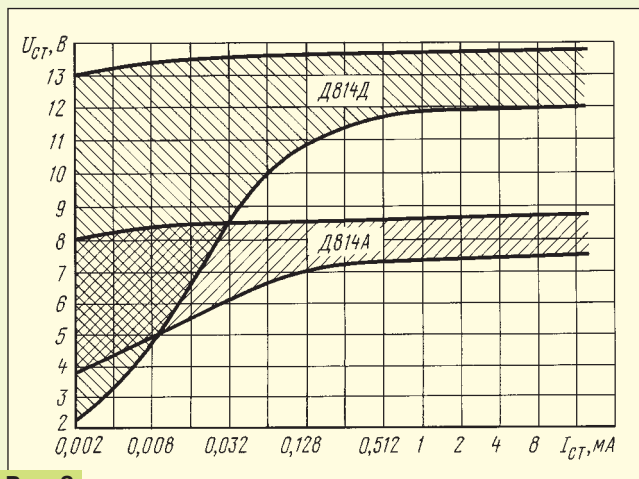


Рис. 2