



## 1.11. СТАБИЛИТРОНЫ, ИСТОЧНИКИ ОПОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ И СТАБИСТОРЫ В ИП

В любой схеме стабилизатора требуется наличие опорного напряжения (ОН), с которым сравнивается величина выходного напряжения. Очевидно, что стабильность выходного напряжения не может быть выше стабильности опорного напряжения.

Кроме стабилизаторов многие функционально законченные устройства современной электроники требуют для своей работы стабильных источников опорного напряжения (ИОН). Это схемы, содержащие ЦАП и АЦП, измерительная аппаратура и многие другие устройства. Несмотря на то, что практически всеподобные функциональные узлы изготавливаются в интегральном исполнении, не препятствующем помещению внутрь микросхемы источника стабильного напряжения, в ряде случаев предпочтение отдается применению отдельных (внешних) источников ОН, обладающих значительно лучшими параметрами.

Наиболее часто используются три вида ИОН:

- источники на основе стабилитронов;
- источники на основе стабисторов;
- ИОН или бандгап, ИОН с использованием напряжения ширины запрещенной зоны.

Каждый из них может использоваться либо как самостоятельный функциональный узел, либо в составе интегральной микросхемы (ИМС) - источника опорного напряжения. Прецизионные источники опорного напряжения бывают двух видов: температурно-стабилизированные (термостатированные) источники ОН и источники ОН без подогрева.

Температурно-стабилизированные источники опорного напряжения представляют собой ИМС, отличающиеся наличием дополнительного нагревательного элемента, управляющегося по сигналам термодатчика. Идея очень проста: кристалл нагревается в процессе работы до повышенной температуры, величина которой поддерживается на одном и том же заданном уровне. Стабильность достигает  $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  и даже лучше. Такие источники применяются уже длительное время. Они входят в состав, например, сверхстабильных генераторов. К недостаткам метода относятся, прежде всего, большая потребляемая мощность и запаздывание в выходе на режим (порядка нескольких секунд). Например, LM199 имеет



температурный коэффициент  $2 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  ( $0,00002\%/^{\circ}\text{C}$ ). Мощность, потребляемая нагревателем кристалла  $\approx 0,25$  Вт и время установления режима 3 – 5 с.

Термостатированные ИМС не имеют особых преимуществ перед обычными источниками ОН кроме температурного коэффициента. Такие параметры, как шум или долговременный дрейф, у них явно отстают от температурной стабильности. Существуют ИМС, обеспечивающие аналогичную температурную стабильность без подогрева кристалла. Кроме этого, они меньше шумят и более стабильны во временном плане. Так ИМС REF10KM фирмы BurrBrown имеет температурный коэффициент  $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . А LT21000 фирмы LinearTechnology показывает результат на уровне  $0,05 - 0,10/^{\circ}\text{C}$ . При этом, в соответствии со справочными данными, у нее на порядок лучшие параметры шума и дрейфа по сравнению с термостатированными микросхемами.