

ДИОДНО-ТРАНЗИСТОРНЫЕ СТРУКТУРЫ (ДТС) КАК ИСТОЧНИКИ ТОКА ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМОТЕХНИКИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Гордейчук Д.В.

Свирид В.Л. – к.т.н., доцент

В работе рассматривается единое математическое описание диодно – транзисторных структур (ДТС) как источников тока интегральной схемотехники, учитывающее изменение в широких пределах собственных параметров и параметров внешней цепи в виде дифференциальных сопротивлений, изменяющихся в широких пределах. Оценка точности формирования тока на основе ДТС в микроэлектронной аппаратуре с их экспериментальной проверкой.

Целью работы является повышение точности анализа ДТС и их схемотехнической реализации в составе микроэлектронных устройств с экспериментальной проверкой источников тока на их основе.

Задачи исследования: анализ ДТС как источников тока интегральной схемотехники с учётом собственных параметров и параметров внешней цепи в виде дифференциальных сопротивлений, изменяющихся в широких пределах. Оценка точности формирования тока на основе ДТС в микроэлектронной аппаратуре с их экспериментальной проверкой.

Для получения характеристик управления, не зависящих от изменения температуры окружающей среды в широких пределах, с учетом отмеченных свойств полевых транзисторов был разработан метод, и на его основе создано устройство коррекции в виде масштабного усилителя с термозависимой обратной связью (рис. 1), сопряженного с координатами термостабилизации точки полевых транзисторов. Предлагаемый метод может быть описан системой уравнений

$$\left. \begin{aligned} K_{кУ} K_{кЭ} &= K_{кЭ}, \\ K'_{кУ} K'_{кЭ} &= K_{кЭ}, \end{aligned} \right\}$$

Принимая во внимание, что напряжение затвор – исток транзистора, соответствующее термостабилизации точки, определяется соотношением

$$U_{зи.0} = U_{зи.отс} + \chi \frac{\beta}{\alpha}.$$

Как следует из сущности метода и его математического описания, для удовлетворения требованиям полной термодатировки характеристик ПТ, при нормальной температуре должно выполняться условие

$$K_{кУ} = 1,$$

а в диапазоне температур – условие

$$\frac{K_{кУ}}{K'_{кУ}} = \frac{K'_{кЭ}}{K_{кЭ}}.$$

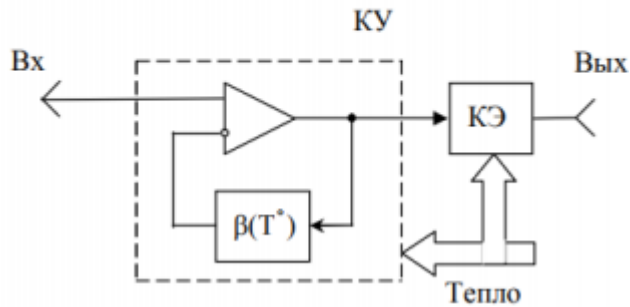


Рис. 1 Схема-модель термодатировки характеристик ПТ

Пусть выполняется также условие

$$K_{кУ} = K K_{оУ},$$

где K – коэффициент передачи вспомогательных цепей, например, элементов связи на входе и выходе корректирующего устройства; $K_{оУ}$ – коэффициент передачи масштабного (операционного) усилителя. Тогда с учетом условия получим

$$K_{оУ} = \frac{K_{кУ}}{K} = \frac{1}{K}.$$

Если проводимость термозависимого элемента, используемого в цепи ООС корректирующего устройства, аппроксимировать в диапазоне температур выражением

$$G(t^\circ) = G_{t^\circ} (1 - \theta \Delta t^\circ),$$

где $G_{t^{\circ}}$ – проводимость термозлемента при нормальных условиях; θ – термокоррекция проводимости термозлемента, и полагать, что коэффициент передачи ОУ по неинвертирующему входу определяется соотношением

$$K_{oy} = 1 + \frac{G}{G_{t^{\circ}}},$$

где $G_{t^{\circ}}$ – проводимость резистора в цепи инвертирующего входа ОУ, то коэффициент передачи этого же усилителя в диапазоне температур составит

$$K'_{oy} = 1 + \frac{K_{oy} - 1}{1 - \theta \Delta t^{\circ}} = \frac{K_{oy} - \theta \Delta t^{\circ}}{1 - \theta \Delta t^{\circ}}.$$

Подставляя выражения и полагая, что коэффициент передачи K вспомогательных цепей не зависит от температуры, получаем

$$\frac{1 - \theta \Delta t^{\circ}}{1 - \theta \Delta t^{\circ} K} = 1 - \frac{\alpha \Delta t^{\circ}}{\chi}.$$

Отсюда термокоррекция проводимости термозависимого элемента, удовлетворяющий полной термокоррекции характеристик определим как

$$\theta = \frac{\alpha}{\chi [1 - K(1 - \alpha \Delta t^{\circ} / \chi)]}.$$

Подобрать термозлемент с подобным законом изменения термокоррекции в диапазоне температур практически невозможно. Однако при нормальных условиях, когда $\Delta t^{\circ} = 0$, выполнить равенство

$$\theta = \frac{\alpha}{\chi(1 - K)}$$

несложно, если использовать в качестве термозависимого элемента полевой транзистор, работающий в режиме управляемой проводимости, для которого термокоррекция, относительной проводимости канала определяется соотношением

$$\theta(\gamma) = \frac{\delta G_{t^{\circ}}(\gamma)}{\Delta t^{\circ}} = - \left[\alpha + \frac{\beta}{(U_{зи,отс} + \frac{\beta}{\alpha})(1 - \gamma) - \frac{\beta}{\alpha}} \right], \text{ [}\%/\text{ }^{\circ}\text{C]}$$

Список использованных источников:

1. В. Л. Свирид: Проектирование аналоговых микроэлектронных устройств – Минск: БГУИР, 2010. – 296 с. 2. Свирид, В. Л.