

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА В СХЕМЕ ВКЛЮЧЕНИЯ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ

Малкова Лилия Евгеньевна

студент, Санкт-Петербургский Государственный Университет Аэрокосмического Приборостроения, РФ, Санкт-Петербург

Биполярные транзисторы (БПТ) являются ведущими полупроводниковыми приборами современной электроники. Эти приборы стоят на первом месте по производству и использованию в разрабатываемой аппаратуре. БПТ выпускаются в диапазоне рабочих токов от единиц мкА до сотен ампер, в диапазоне напряжений - от единиц вольт до двух кВ, по частоте - от постоянного тока до 5 ГГц.

В схему с общим эмиттером с транзистором между базой и эмиттером, подсоединяют источник сигнала (генератор), а к коллектору – нагрузку. К эмиттеру БПТ подсоединяют полюсы одинаковых знаков источников питания. Включение n-p-n транзистора полностью аналогично включению p-n-p транзистора, но при этом следует поменять полярность всех имеющихся источников питания.

Транзистор, включённый по схеме с общим эмиттером, теоретически может дать максимальное усиление сигнала по мощности, относительно других вариантов включения транзистора. Выходной сигнал каскада с общим эмиттером обладает фазовым сдвигом в 180° относительно входного сигнала.

В данном исследовании рассматриваются свойства кремниевого биполярного транзистора 2Т303А, включенного по схеме с общим эмиттером. В данной схеме включения эмиттер – общий электрод. Входной электрод в схеме – база, выходной электрод – коллектор. В схеме включения с общим эмиттером входной сигнал подается на участок база-эмиттер БПТ, а снимается измененный сигнал с участка коллектор-эмиттер. Входной ток в цепи с ОЭ – ток базы I_b , а выходным является ток коллектора I_k .

Схема (Рис. 1) собиралась на монтажном шасси универсального измерительного стенда с помощью комплекта соединительных проводов. Напряжения питания подаются с комбинированного прибора «Сура» (Г1 и Г2). Напряжения и токи измеряются вынесенными стрелочными приборами.

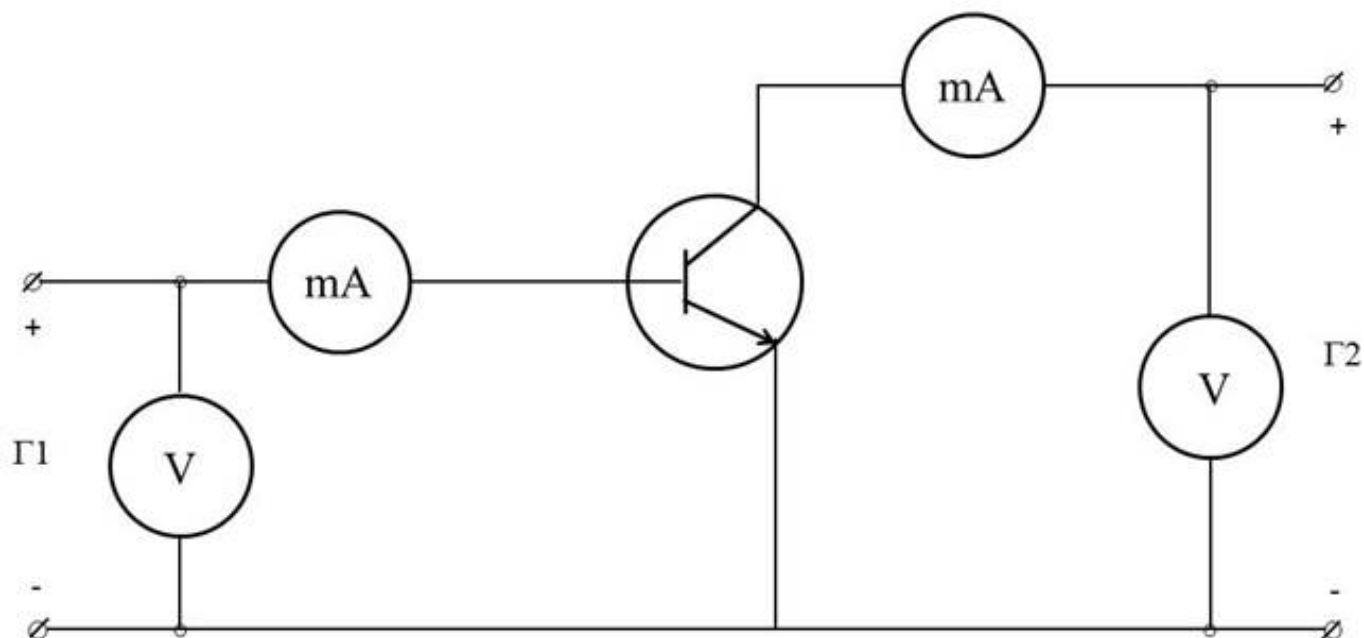


Рисунок 1. Схема для измерения статических характеристик БПТ 2Т303А типа п-р-п для схем включения с ОЭ

В результате измерений, приведенных в таблице 1, были определены характеристики БПТ. Были построены вольт-амперные характеристики для данного транзистора при работе в схеме с ОЭ (Рис. 2).

Таблица 1.

Значение выходных характеристик БПТ в схеме с ОЭ

Иб,мА	Uкэ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,1	Ик,мА	0	3,2	4,8	5,2	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
0,2		0	6,2	7,8	9,4	10,2	10,6	10,8	11	11,2
0,3		0	8,2	10,8	12,6	13,8	14,6	15,4	16	16,6
0,4		0	10,2	13,2	14,8	17	18,4	19,4	20,4	21,2
0,5		0	11,2	15	18	20	21,4	23	25	26

Зависимости на рис. 2 сняты при токе базы $I_b > 0$. Если ток базы $I_b > 0$, а $U_{кэ} = 0$, то такое состояние БПТ соответствует характеристикам короткого замыкания эмиттера с коллектором. В это время открыт эмиттерный переход (ЭП), к тому же при прямом смещении работает коллекторный переход (КП). Ток коллектора имеет две составляющие: ток коллектора инжекции и ток коллектора экстракции. Примечательно, что площадь КП во всех случаях больше площади ЭП ($S_k > S_э$), отсюда: $I_{кинж} > I_{кэкстр}$, а общий ток коллектора $I_k = (I_{кэкстр} - I_{кинж}) < 0$.

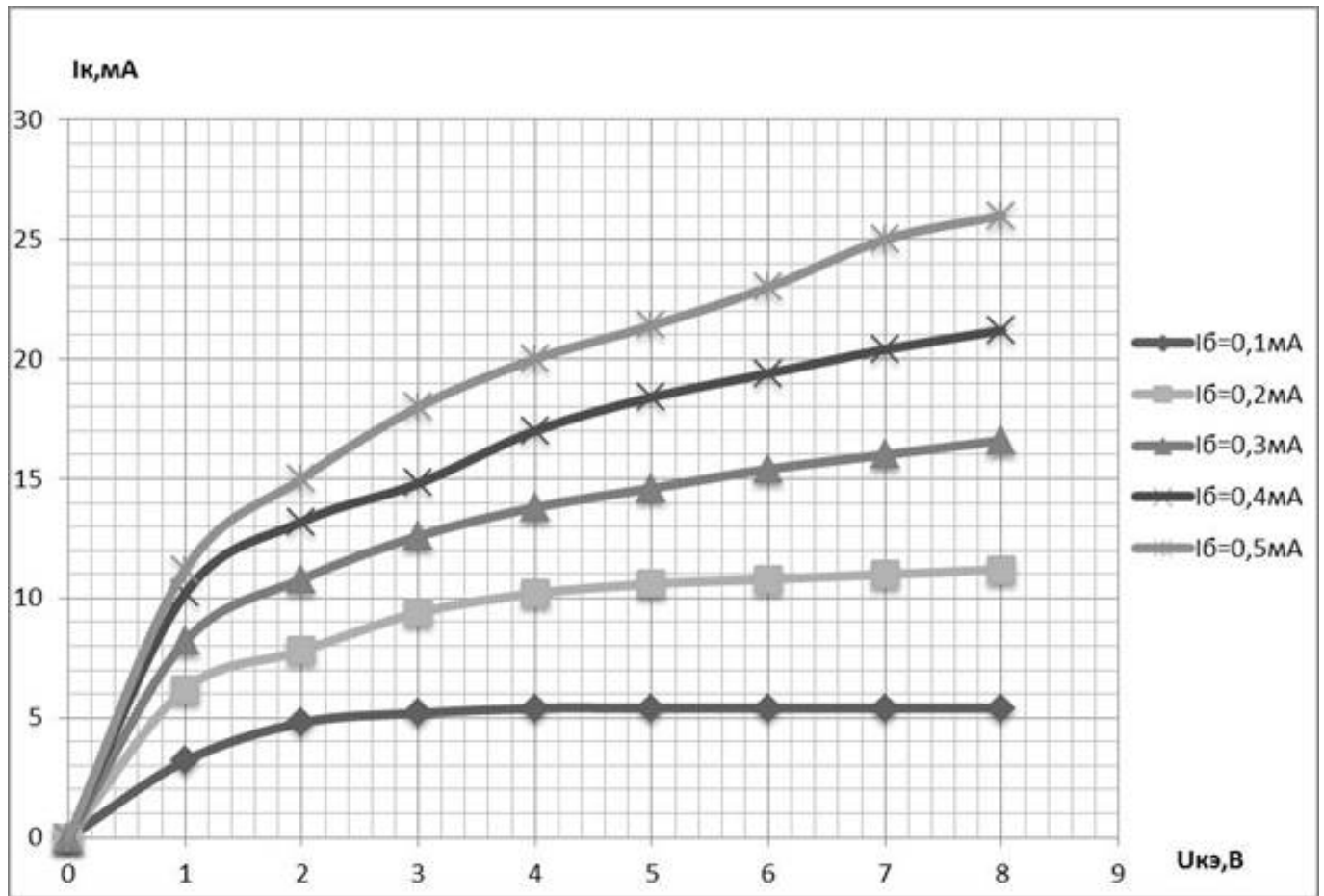


Рисунок 2. Семейство выходных характеристик БПТ 2Т303А типа п-р-п для схем включения с ОЭ

Когда на КП подали обратное напряжение ток коллектора инжекции $I_{кинж}$ начинает уменьшаться. В связи с чем впоследствии в точке (0;0) зависимостей на рис.2 наблюдается равенство $I_{кэстр} = I_{кинж}$. Следовательно становится равным нулю общий ток коллектора. При дальнейшем увеличении напряжения $U_{кэ}$ ток инжекции $I_{кинж}$ продолжает уменьшаться. Участок $1В < U_{кэ} < 8В$ относится к режиму активного усиления, коллекторный переход получает обратное смещение и работает в режиме экстракции, а эмиттерный - в режиме инжекции.

Стоит отметить, при росте I_6 выходные характеристики располагаются выше и правее относительно начала координат. Теперь возрастает величина напряжения $U_{бэ}$ и при большем значении напряжения коллектор-эмиттер на переходе коллектор-база выполняется условие нулевого напряжения, что говорит о начале режима активного усиления транзистора.

Входное сопротивление

$$h_{11з} = \left. \frac{\Delta U_{бэ}}{\Delta I_6} \right|_{U_{кэ} = \text{const}}$$

(1)

Входная проводимость

$$h_{22э} = \left. \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta U_{\kappa э}} \right| I_{\text{б}} = \text{const} \quad (2)$$

Коэффициент передачи тока

$$h_{21э} = \left. \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta U_{\kappa э}} \right| I_{\text{б}} = \text{const} \quad (3)$$

Воспользовавшись формулами (1) – (3), получили следующие значения для БПТ в схеме включения с ОЭ в данном исследовании: $h_{11э}=0,1$ Ом, $h_{22э}=1,53$ См, $h_{21э}=46$.

Биполярный транзистор в схеме включения с общим эмиттером управляется как положительным, так и отрицательным входным током. Это является отличительной особенностью БПТ в схеме с ОЭ от других схем включения. При этом диапазон тока $I_{\text{б}} = 0 \div -I_{\text{ко}}$. При $I_{\text{б}} = -I_{\text{ко}}$, что соответствует случаю $I_{\text{э}} = 0$, при этом в цепи коллектора протекает ток, который является неуправляемым током коллекторного перехода $I_{\text{ко}}$.

Результаты исследования подтвердили теоретические свойства примененного БПТ. Данный транзистор работает в рабочей области с высоким коэффициентом передачи тока. Так же замечены малые потери мощности при нагревании. Всё это позволяет сделать вывод, что данный транзистор при включении в цепь с общим эмиттером является хорошим усилителем. Свойства данного транзистора имеют преимущества перед другими БПТ для применения в производстве электронных устройств.

Список литературы:

1. Бергельсон И., Минц В. Транзисторы биполярные – М.: Издательство «Советское радио», 1976 – 56 с.
2. Лысенко А.П. Статический коэффициент передачи тока базы транзистора и его зависимость от режима и температуры. Учебное пособие – М.: Московский государственный институт электроники и математики, 2006 – 29 с.
3. Устыленко Н.С., Елфимов В.И. Исследование характеристик и параметров биполярного транзистора в схеме включения с общим эмиттером. Методические указания – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2005 – 24 с.