

Рис. ---. Качественное изображение процессов формирования и структуры токов проводимости биполярного $p-n-p$ транзистора в активном режиме.

а) потоки СНЗ и процессы формирования, б) токи проводимости.

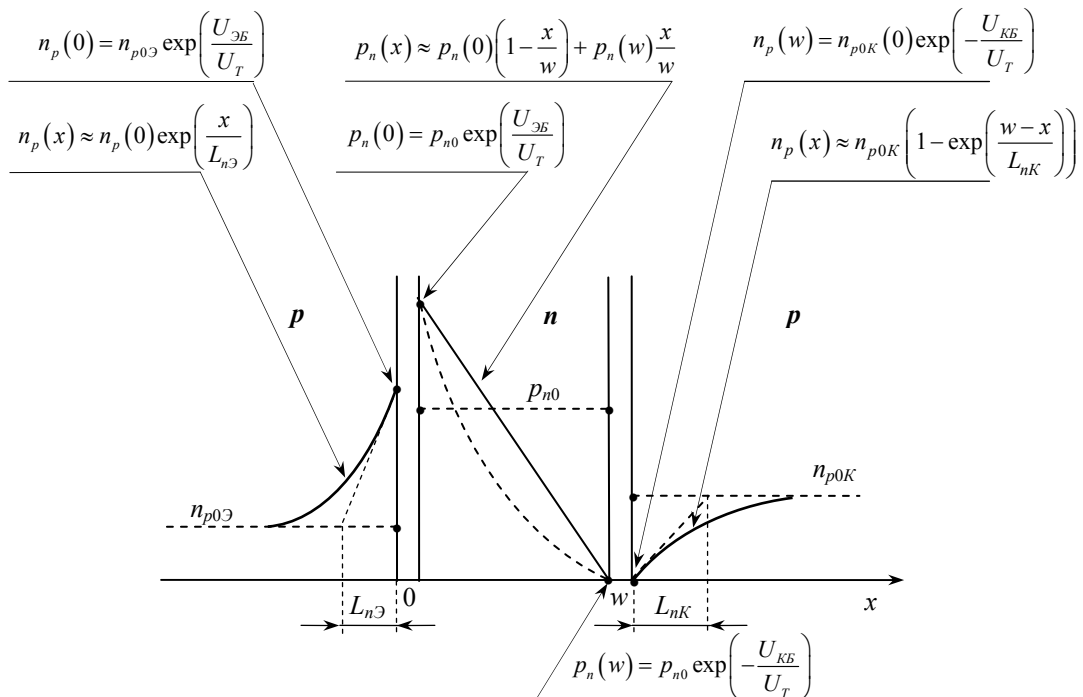


Рис. ---. Распределение концентрации ННЗ в активном режиме $p-n-p$ биполярного транзистора.

Приведены аналитические выражения кривых и характерных точек распределения.

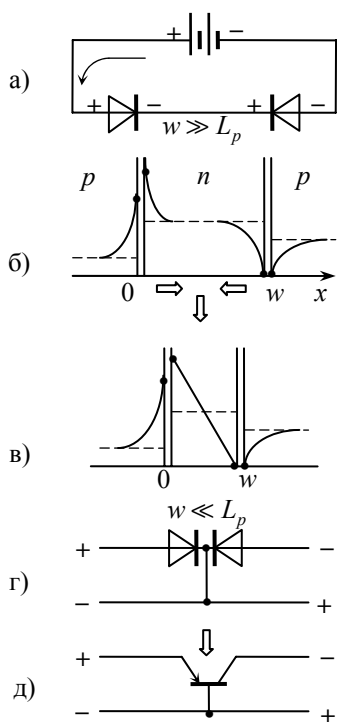


Рис. ---. Этапы логического формирования биполярного $p-n-p$ транзистора.

- а) два последовательно встречно включённых $p-n$ -перехода на расстоянии $w \gg L_p$;
- б) распределение концентрации ННЗ двух $p-n$ -переходов при $w \gg L_p$;
- в) распределение концентрации ННЗ двух $p-n$ -переходов при $w \ll L_p$;
- г) схемная модель $p-n-p$ транзистора;
- д) графическое обозначение биполярного $p-n-p$ транзистора.

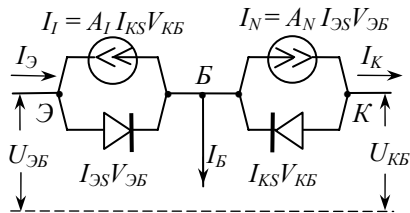
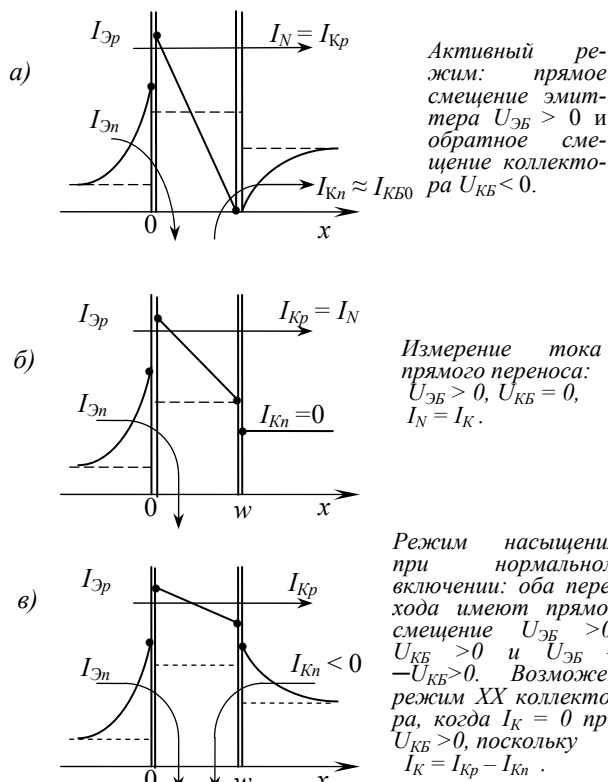


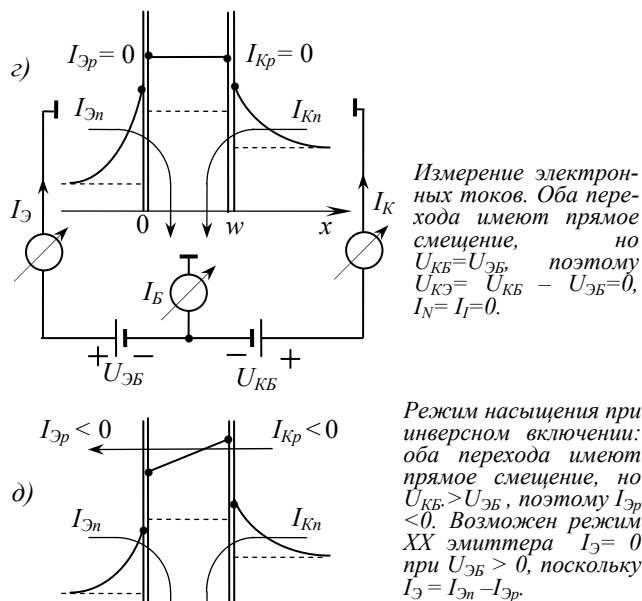
Рис ---. Схема замещения биполярного $p-n-p$ транзистора по постоянному току, удовлетворяющая уравнениям Эберса-Молла.



Активный режим: прямое смещение эмиттера $U_{ЭБ} > 0$ и обратное смещение коллектора $U_{КБ} < 0$.

Измерение тока прямого переноса: $U_{ЭБ} > 0$, $U_{КБ} = 0$, $I_N = I_K$.

Режим насыщения при нормальном включении: оба перехода имеют прямое смещение $U_{ЭБ} > 0$, $U_{КБ} > 0$ и $U_{ЭБ} - U_{КБ} > 0$. Возможен режим ХХ коллектора, когда $I_K = 0$ при $U_{КБ} > 0$, поскольку $I_K = I_{Kp} - I_{Kn}$.



Измерение электронных токов. Оба перехода имеют прямое смещение, но $U_{КБ} = U_{ЭБ}$, поэтому $U_{КЭ} = U_{КБ} - U_{ЭБ} = 0$, $I_N = I_I = 0$.

Режим насыщения при инверсном включении: оба перехода имеют прямое смещение, но $U_{КБ} > U_{ЭБ}$, поэтому $I_{Эp} < 0$. Возможен режим ХХ эмиттера $I_{Э} = 0$ при $U_{ЭБ} > 0$, поскольку $I_{Э} = I_{Эn} - I_{Эp}$.

Рис. ---. Механизм управления токами биполярного $p-n-p$ транзистора.

Показанные режимы получены путём последовательного изменения напряжения $U_{КБ}$ от отрицательного до положительного значения при неизменном напряжении эмиттера.

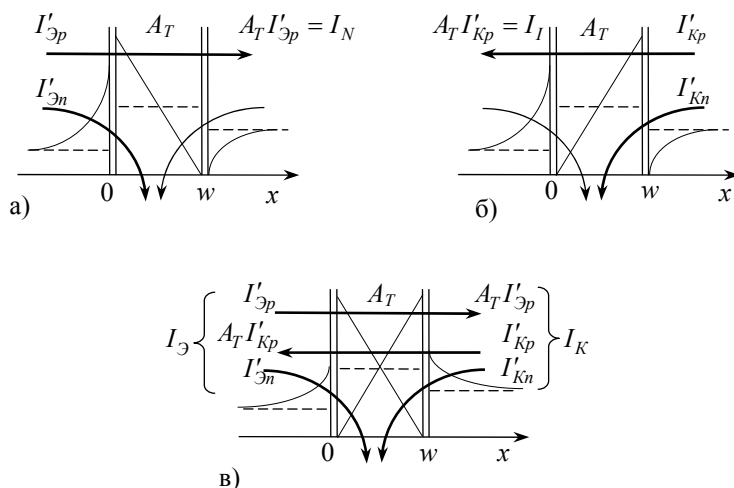


Рис. ---. Токи эмиттера и коллектора $p-n-p$ транзистора при суперпозиции нормального и инверсного активных режимов.

- а) Токи транзистора в активном режиме при нормальном включении.
- б) Токи транзистора в активном режиме при инверсном включении.
- в) Токи транзистора при суперпозиции нормального и инверсного активных режимов.

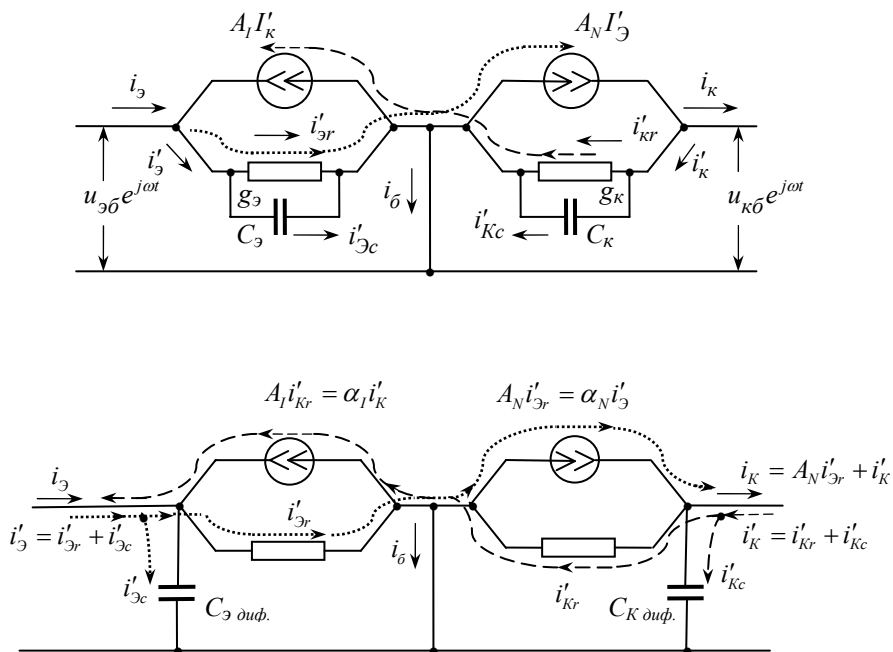
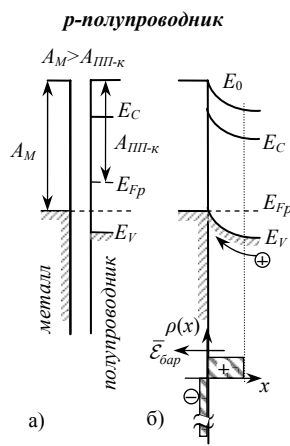
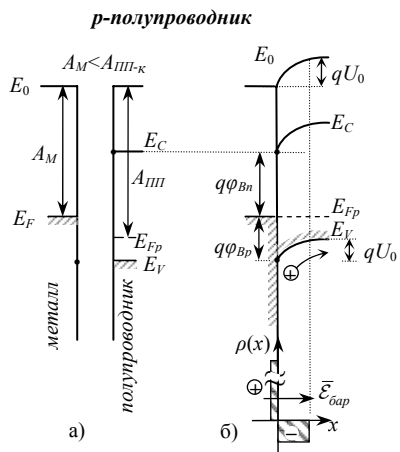
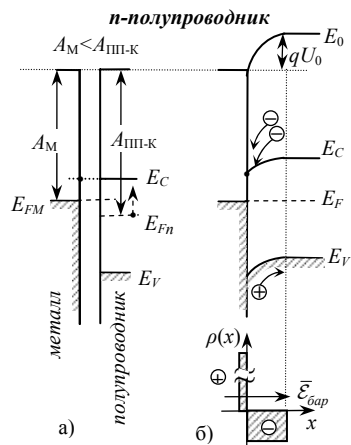
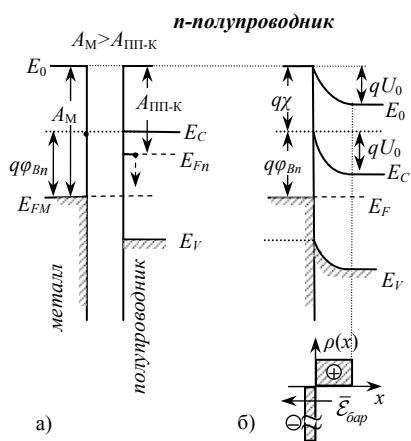


Рис. ---. Схема замещения биполярного $p-n-p$ транзистора по переменному току, удовлетворяющая уравнениям (---), (---).

Пунктирными кривыми раздельно показаны пути активных и ёмкостных токов. Схемы функционально идентичны, но отличаются графическим исполнением, позволяющим лучше видеть роль ёмкостных токов при формировании токов прямого и обратного переноса.



а) Прямое смещение б) Отсутствие смещения в) Обратное смещение

