# Mô tả lab

# 1. Cách transistor BJT hoạt động và vai trò của điểm làm việc

* **Cách transistor BJT hoạt động:** Transistor lưỡng cực (BJT) gồm ba cực: Base (B), Collector (C), và Emitter (E).  
   Транзистор с биполярным переходом (BJT) состоит из трех выводов: базы (B), коллектора (C) и эмиттера (E).  
    
   Đối với transistor NPN, Emitter thường là cực phát điện tử, Collector là cực thu, còn Base là cực điều khiển.  
   Для транзистора NPN эмиттер обычно является источником электронов, коллектор – приемником, а база – управляющим электродом.  
    
   Khi đặt một điện áp phân cực thích hợp (thường Ube khoảng 0,6 - 0,7 V đối với transistor silicon), dòng điện nhỏ đi vào Base sẽ cho phép một dòng điện lớn hơn nhiều lần chạy từ Collector sang Emitter.  
   При подаче соответствующего поляризующего напряжения (обычно Ube около 0,6 - 0,7 В для кремниевых транзисторов), небольшой ток, входящий в базу, позволяет значительно большему току течь от коллектора к эмиттеру.  
    
   Tỉ lệ giữa dòng Collector (Ic) và dòng Base (Ib) được gọi là β (hoặc hFE).  
   Отношение тока коллектора (Ic) к току базы (Ib) называется β (или hFE).  
    
   Transistor trong vùng hoạt động tuyến tính (Active Region) hoạt động giống như một thiết bị khuếch đại: dòng Collector tỷ lệ với Ib (Ic ≈ β*Ib), và nếu thay đổi Ib nhỏ, Ic thay đổi mạnh hơn.  
   Транзистор в активном режиме ведет себя как усилительный элемент: ток коллектора пропорционален току базы (Ic ≈ β*Ib), и небольшое изменение Ib вызывает значительно большее изменение Ic.
* **Vai trò của điểm làm việc (Q-point):** Điểm làm việc Q là trạng thái DC của transistor (IcQ, UceQ) khi chưa có tín hiệu xoay chiều vào.  
   Рабочая точка Q – это состояние транзистора по постоянному току (IcQ, UceQ), когда отсутствует входной переменный сигнал.  
    
   Chọn điểm Q thích hợp rất quan trọng để tránh méo dạng tín hiệu.  
   Выбор подходящей рабочей точки Q очень важен, чтобы избежать искажений сигнала.  
    
   Nếu Q đặt quá sát vùng bão hòa hoặc vùng ngắt, tín hiệu ra sẽ bị cắt ngọn hoặc méo ở một bán kỳ.  
   Если Q установлена слишком близко к области насыщения или отсечки, выходной сигнал будет подрезан или искажен в одной из полуволн.  
    
   Điểm Q tốt nằm giữa vùng tuyến tính, cho phép tín hiệu xoay chiều dao động quanh điểm này mà không bị giới hạn, đảm bảo khuếch đại tuyến tính.  
   Хорошая рабочая точка расположена в середине линейной области, позволяя переменному сигналу колебаться вокруг нее без ограничения, обеспечивая линейное усиление.

# 2. Phương pháp thiết lập và điều chỉnh điểm Q trong mạch CE

* **Cấu hình CE:** Mạch Common Emitter có đầu vào tại Base, đầu ra tại Collector, Emitter nối mass (hoặc qua điện trở).  
   Конфигурация с общим эмиттером (CE) имеет вход на базе, выход на коллекторе, а эмиттер заземлен (или через резистор).  
    
   Mạch CE thường cung cấp khuếch đại điện áp và đảo pha tín hiệu.  
   Схема с общим эмиттером обычно обеспечивает усиление по напряжению и инвертирует фазу сигнала.
* **Thiết lập điểm Q:** Chọn Rc, Re phù hợp với Vcc, IcQ và UceQ mong muốn.  
   Подбирают Rc, Re в соответствии с Vcc, желаемыми IcQ и UceQ.  
    
   Từ IcQ và β, tính IbQ rồi thiết kế mạch phân áp base (R3, R4) để đạt điện áp base cần thiết.  
   Зная IcQ и β, рассчитывают IbQ, затем проектируют делитель напряжения (R3, R4) для базы, чтобы получить необходимое базовое напряжение.  
    
   Có thể dùng phương pháp đồ thị: Vẽ đường tải trên đặc tuyến Ic-Uce và tìm giao điểm với đường cong tương ứng Ib.  
   Можно использовать графический метод: нанести нагрузочную линию на характеристику Ic-Uce и найти точку пересечения с кривой для соответствующего тока базы Ib.
* **Điều chỉnh điểm Q thực nghiệm:** Dùng biến trở ở mạch phân áp base, quan sát tín hiệu ra trên oscilloscope, tìm Ubbmax và Ubbmin rồi chọn (Ubbmax + Ubbmin)/2 để đạt Q tối ưu.  
   На практике используют переменный резистор в делителе для базы, наблюдают выходной сигнал на осциллографе, определяют Ubbmax и Ubbmin, затем выбирают (Ubbmax + Ubbmin)/2 для оптимальной точки Q.

# 3. Ý nghĩa của hệ số khuếch đại và cách đo lường, tính toán

* **Hệ số khuếch đại điện áp (Ku):** Ku = (Biên độ đầu ra) / (Biên độ đầu vào).  
   Ku = (амплитуда на выходе) / (амплитуда на входе).  
    
   Ku cho biết mạch tăng cường mức điện áp đầu vào bao nhiêu lần.  
   Ku показывает, во сколько раз схема увеличивает входное напряжение.
* **Hệ số khuếch đại dòng (Ki):** Ki = Ic/Ib.  
   Ki = Ic/Ib.  
    
   Ki phản ánh mức độ khuếch đại dòng điện từ Base sang Collector.  
   Ki отражает степень усиления тока от базы к коллектору.
* **Cách đo và tính toán:** Cấp một tín hiệu sin nhỏ, đo biên độ ra trên oscilloscope.  
   Подайте небольшой синусоидальный сигнал, измерьте амплитуду на выходе с помощью осциллографа.  
    
   Tính Ku = Vout/Vin.  
   Рассчитайте Ku = Vвыход/Vвход.  
    
   Nếu Ku không ổn định hoặc méo dạng, điều chỉnh điểm Q.  
   Если Ku нестабилен или сигнал искажен, отрегулируйте рабочую точку Q.
* **Ý nghĩa:** Hiểu Ku và Ki giúp đánh giá hiệu suất khuếch đại và độ tuyến tính của mạch.  
   Понимание Ku и Ki помогает оценить эффективность усиления и линейность схемы.

# 4. Cách dùng mô phỏng để kiểm chứng, tinh chỉnh kết quả

* **Lợi ích mô phỏng:** Mô phỏng cho phép thử nhiều giá trị R, C, kiểm tra đặc tuyến, đáp ứng tần số, mà không tốn công lắp đặt thực tế.  
   Моделирование позволяет протестировать различные значения R, C, проверить характеристики и частотный отклик без трудоемкой сборки реальной схемы.
* **Quy trình mô phỏng:** Xây dựng mạch trên phần mềm (MicroCap), nhập model transistor, nguồn, R, C.  
   Постройте схему в программе (MicroCap), введите модель транзистора, источники, R, C.  
    
   Phân tích DC để tìm Q, phân tích AC để xem đáp ứng tần số, phân tích Transient để xem dạng sóng.  
   Анализ DC для нахождения Q, анализ AC для просмотра частотной характеристики, анализ Transient для наблюдения формы сигнала.
* **Điều chỉnh tham số:** Nếu Ku mô phỏng khác thực tế, thử thay đổi R3 để khớp kết quả.  
   Если Ku в модели отличается от реальности, измените R3, чтобы получить сходное значение.  
    
   So sánh mô phỏng-thực tế giúp kiểm chứng mô hình và tinh chỉnh thiết kế.  
   Сравнение моделирования и реальности помогает проверить модель и уточнить проект.

**5. Cách phân tích đáp ứng tần số và đặc tính trở kháng từ dữ liệu mô phỏng**

* **Đáp ứng tần số (AЧХ, ФЧХ):** AЧХ: Đồ thị hệ số khuếch đại theo tần số, cho biết băng thông mạch.  
   AЧХ: график коэффициента усиления в зависимости от частоты, показывает полосу пропускания схемы.  
    
   ФЧХ: Đồ thị pha theo tần số, giúp hiểu độ lệch pha của tín hiệu ra.  
   ФЧХ: график фазы по частоте, помогает понять сдвиг фазы выходного сигнала.  
    
   Từ AЧХ, xác định điểm -3 dB để tìm băng thông.  
   По AЧХ определяют точку -3 дБ для нахождения полосы пропускания.
* **Đặc tính trở kháng:** Phân tích Dynamic AC cho phép tìm trở kháng đầu vào (Rin = dU/dI).  
   Анализ Dynamic AC позволяет определить входное сопротивление (Rin = dU/dI).  
    
   Biết trở kháng đầu vào/ra giúp ghép nối mạch với các tầng khác hiệu quả.  
   Зная входное/выходное сопротивление, можно эффективно согласовать схему с другими каскадами.

**Tóm lại:**

* Hiểu nguyên lý BJT và điểm Q giúp tránh méo tín hiệu.  
   Понимание принципа работы BJT и рабочей точки Q помогает избежать искажений сигнала.
* Biết thiết lập, điều chỉnh Q, đo Ku, Ki, xác định tính tuyến tính.  
   Умение установить и регулировать Q, измерять Ku, Ki, определять линейность.
* Dùng mô phỏng để hỗ trợ thiết kế, so sánh với thực tế, phân tích đáp ứng tần số và trở kháng.  
   Использовать моделирование для поддержки проектирования, сравнивать с реальностью, анализировать частотный отклик и сопротивление.

Nhờ đó, bạn có cái nhìn toàn diện về thiết kế, kiểm tra và tối ưu mạch khuếch đại dùng transistor.  
 Таким образом, вы получаете всестороннее представление о проектировании, проверке и оптимизации усилительного каскада на транзисторе.

# Câu hỏi

# Câu 1:

## 1. Основные сведения о биполярном транзисторе (BJT) Биполярный транзистор (BJT — Bipolar Junction Transistor) — это полупроводниковый прибор с тремя выводами, названными база (B), коллектор (C) и эмиттер (E). Он построен на основе двух p-n переходов, расположенных последовательно. Существуют два типа биполярных транзисторов: NPN и PNP. В NPN-транзисторе структура слоёв выглядит как N-P-N, в PNP-транзисторе — P-N-P.

Transistor lưỡng cực (BJT) là một linh kiện bán dẫn có ba chân: chân nền (Base - B), chân góp (Collector - C) và chân phát (Emitter - E). BJT được tạo thành từ hai tiếp giáp p-n nối tiếp nhau. Có hai loại transistor lưỡng cực: NPN và PNP. Với transistor NPN, cấu trúc lớp là N-P-N, còn với PNP là P-N-P.

* Принцип действия: Транзистор управляется током базы. Небольшой ток, протекающий через переход база-эмиттер (в прямом направлении для NPN), позволяет значительно большему току протекать от коллектора к эмиттеру. Отношение тока коллектора к току базы обозначают как β или h\_FE. Таким образом, малый ток базы «управляет» большим током коллектора.
* Nguyên lý hoạt động: Transistor được điều khiển bởi dòng điện nền (Base). Một dòng điện nhỏ chạy qua mối nối Base-Emitter (phân cực thuận đối với NPN) sẽ cho phép một dòng điện lớn hơn nhiều lần chạy từ Collector sang Emitter. Tỷ số giữa dòng Collector và dòng Base là β hoặc h\_FE, nghĩa là dòng base nhỏ “điều khiển” dòng collector lớn.
* Режимы работы:  
  + Отсечка (Cut-off): практически нет тока базы, транзистор «закрыт».
  + Активный (Active Region): база-эмиттер прямосмещён, коллектор-база обратносмещён, транзистор работает как усилитель.
  + Насыщение (Saturation): оба перехода прямосмещены, транзистор ведёт себя как замкнутый ключ.
* Các chế độ làm việc:  
  + Chế độ ngắt (Cut-off): gần như không có dòng base, transistor “tắt”.
  + Chế độ hoạt động (Active Region): mối nối Base-Emitter phân cực thuận, mối nối Collector-Base phân cực ngược, transistor hoạt động như một bộ khuếch đại.
  + Chế độ bão hòa (Saturation): cả hai mối nối đều phân cực thuận, transistor giống như một công tắc đóng.

## 2. Характеристики транзистора

* Входная характеристика (I\_B от U\_BE): показывает зависимость тока базы от напряжения база-эмиттер.
* Выходная характеристика (I\_C от U\_CE при разных I\_B): набор кривых, показывающих зависимость тока коллектора от напряжения коллектор-эмиттер при различных токах базы.
* Передаточная характеристика (I\_C от I\_B): показывает отношение тока коллектора к току базы в активной области (примерно I\_C = β\*I\_B).
* Đặc tuyến đầu vào (I\_B theo U\_BE): biểu diễn mối quan hệ giữa dòng base và điện áp base-emitter.
* Đặc tuyến đầu ra (I\_C theo U\_CE với các I\_B khác nhau): tập hợp các đường cong cho thấy sự phụ thuộc của dòng collector vào điện áp collector-emitter khi thay đổi dòng base.
* Đặc tuyến truyền đạt (I\_C theo I\_B): thể hiện quan hệ giữa dòng collector và dòng base trong vùng hoạt động, thường I\_C ≈ β\*I\_B.

## 3. Коэффициенты и параметры

* β (h\_FE): коэффициент усиления по току, показывает, во сколько раз ток коллектора больше тока базы в активной области.
* U\_CE(sat): напряжение насыщения коллектор-эмиттер, низкое при полностью открытом транзисторе.
* U\_BE(ON): типичное напряжение база-эмиттер для включения (~0,6-0,7 В для кремниевых транзисторов).
* β (h\_FE): hệ số khuếch đại dòng, cho biết dòng collector lớn hơn dòng base bao nhiêu lần trong vùng hoạt động.
* U\_CE(sat): điện áp bão hòa giữa collector-emitter, rất thấp khi transistor mở hoàn toàn.
* U\_BE(ON): điện áp base-emitter đặc trưng để bật transistor (khoảng 0,6 - 0,7 V với transistor silicon).

## **4. Основные схемы включения транзистора**

Dưới đây là mô tả chi tiết về ba cách mắc cơ bản của transistor lưỡng cực loại NPN: Emitter chung (ОЭ - CE), Collector chung (ОК - CC) và Base chung (ОБ - CB).  
 Ниже приведено подробное описание трех основных способов включения биполярного NPN-транзистора: с общим эмиттером (ОЭ - CE), с общим коллектором (ОК - CC) и с общей базой (ОБ - CB).

Mỗi phương pháp mắc cho ra các đặc tính khuếch đại và trở kháng khác nhau, phù hợp với các ứng dụng riêng.  
 Каждый способ включения обеспечивает различные характеристики усиления и входного/выходного сопротивления, подходящие для определенных применений.

### 1. Sơ đồ mắc Emitter chung (Схема с ОЭ - Common Emitter, CE)

Trong sơ đồ này, Emitter được nối chung (thường là mass), đầu vào tín hiệu đặt vào Base, còn đầu ra lấy từ Collector.  
 В этой схеме эмиттер соединен с общим проводом (часто с "массой"), входной сигнал подается на базу, а выход снимается с коллектора.

Điều này nghĩa là Emitter được dùng làm tham chiếu chung cho cả đầu vào và đầu ra.  
 Это означает, что эмиттер служит общим опорным пунктом как для входа, так и для выхода.

* **Đặc điểm:** Mạch Emitter chung thường được dùng để khuếch đại biên độ điện áp.  
   Схема с общим эмиттером обычно используется для усиления амплитуды напряжения.  
    
   Khi có một thay đổi nhỏ về dòng Base, dòng Collector thay đổi lớn hơn nhiều, tạo ra sự khuếch đại đáng kể về điện áp trên tải ở Collector.  
   При небольшом изменении тока базы ток коллектора изменяется в гораздо большей степени, что приводит к значительному усилению напряжения на нагрузке коллектора.  
    
   Tín hiệu ra bị đảo pha 180 độ so với tín hiệu vào.  
   Выходной сигнал инвертируется на 180° по фазе относительно входного.  
    
   Hệ số khuếch đại dòng β thường được xác định trong cấu hình này, và Ic ≈ β × Ib trong vùng tuyến tính.  
   Коэффициент усиления по току β обычно определяется в этой конфигурации, и Ic ≈ β × Ib в линейном режиме.  
    
   Trở kháng đầu vào trung bình, trở kháng đầu ra trung bình.  
   Входное сопротивление среднее, выходное сопротивление также среднее.
* **Ứng dụng:** Mạch CE rất phổ biến trong các tầng khuếch đại âm tần, bộ khuếch đại đa dụng.  
   Схема CE очень популярна в низкочастотных усилителях и универсальных усилительных каскадах.

### 2. Sơ đồ mắc Collector chung (Схема с ОК - Common Collector, CC)

Còn gọi là mạch Emitter follower (mạch theo Emitter).  
 Также называется эмиттерным повторителем (Emitter Follower).

Collector được nối chung với nguồn DC, tín hiệu vào đặt vào Base và đầu ra lấy từ Emitter.  
 Коллектор соединен с источником постоянного тока, входной сигнал подается на базу, а выход берется с эмиттера.

* **Đặc điểm:** Hệ số khuếch đại điện áp xấp xỉ 1, điện áp ra gần bằng điện áp vào, trừ khoảng 0,6 - 0,7 V.  
   Коэффициент усиления по напряжению примерно равен 1, выходное напряжение практически равно входному, за вычетом примерно 0,6 - 0,7 В.  
    
   Cấu hình CC không khuếch đại điện áp nhiều, nhưng lại khuếch đại dòng, cho phép giảm trở kháng đầu ra.  
   Конфигурация ОК почти не усиливает напряжение, но усиливает ток, что позволяет уменьшить выходное сопротивление.  
    
   Tín hiệu ra cùng pha với tín hiệu vào (không đảo pha).  
   Выходной сигнал находится в одной фазе с входным (без инверсии).  
    
   Trở kháng đầu vào cao, trở kháng đầu ra thấp, thích hợp làm tầng đệm.  
   Высокое входное сопротивление и низкое выходное делают схему идеальным буферным каскадом.
* **Ứng dụng:** Mạch Emitter follower thường dùng để tạo tầng đệm giữa nguồn tín hiệu và tải, đảm bảo không làm sụt áp đáng kể trên nguồn.  
   Эмиттерный повторитель часто используют в качестве буфера между источником сигнала и нагрузкой, чтобы избежать значительного падения напряжения на источнике.

### 3. Sơ đồ mắc Base chung (Схема с ОБ - Common Base, CB)

Base được nối chung, tín hiệu vào đặt ở Emitter, đầu ra lấy từ Collector.  
 База является общим электродом, входной сигнал подается на эмиттер, а выход снимается с коллектора.

* **Đặc điểm:** Hệ số khuếch đại dòng < 1 (tức dòng Emitter lớn hơn dòng Collector, không khuếch đại dòng).  
   Коэффициент усиления по току < 1 (ток эмиттера больше тока коллектора, усиления по току нет).  
    
   Tuy nhiên, mạch CB có thể khuếch đại điện áp cao.  
   Однако схема ОБ может обеспечить высокое усиление по напряжению.  
    
   Tín hiệu ra cùng pha với tín hiệu vào.  
   Выходной сигнал совпадает по фазе с входным.  
    
   Trở kháng đầu vào rất thấp, trở kháng đầu ra cao.  
   Очень низкое входное сопротивление и высокое выходное сопротивление.  
    
   Băng thông rộng, thích hợp cho ứng dụng tần số cao (RF).  
   Широкая полоса пропускания, подходит для высокочастотных (RF) применений.
* **Ứng dụng:** Mạch Base chung thường dùng trong các mạch RF, nơi nguồn tín hiệu có trở kháng thấp và yêu cầu băng thông cao.  
   Схему с общей базой часто применяют в радиочастотных каскадах, где источник сигнала имеет низкое сопротивление и требуется широкая полоса частот.

**So sánh tổng quát:**

* Emitter chung (CE): Khuếch đại điện áp lớn, đảo pha, trở kháng trung bình, β lớn.  
   Общий эмиттер (CE): высокое усиление по напряжению, инверсия фазы, среднее сопротивление, большой β.
* Collector chung (CC): Hệ số khuếch đại điện áp ≈ 1, không đảo pha, khuếch đại dòng, trở kháng vào cao, ra thấp, làm tầng đệm.  
   Общий коллектор (CC): усиление по напряжению ≈1, без инверсии, усиление по току, высокое входное и низкое выходное сопротивление, роль буфера.
* Base chung (CB): Khuếch đại điện áp cao, không khuếch đại dòng, không đảo pha, trở kháng đầu vào thấp, đáp ứng tần số cao.  
   Общая база (CB): высокое усиление по напряжению, отсутствие усиления по току, без инверсии, низкое входное сопротивление, высокочастотный режим.

**Kết luận:** Việc lựa chọn cấu hình (CE, CC, CB) phụ thuộc vào yêu cầu về khuếch đại, trở kháng, băng thông và ứng dụng cụ thể.  
 Выбор конфигурации (CE, CC, CB) зависит от требований к усилению, сопротивлениям, полосе частот и конкретной области применения.

Hiểu rõ từng cấu hình giúp thiết kế mạch khuếch đại hiệu quả và tối ưu cho từng tình huống.  
 Понимание каждой конфигурации помогает эффективно и оптимально проектировать усилительные схемы для различных задач.

**5. Теоретические основы при анализе и расчёте схем** **(Tiếng Nga):** При проектировании транзисторных усилителей необходимо:

* Определить рабочую точку (Q-точку) транзистора без входного переменного сигнала. Правильно выбранная Q-точка позволяет избежать искажений при подаче переменного сигнала.
* Использовать эквивалентные схемы малых сигналов (h-параметры), чтобы упростить расчёт коэффициента усиления и входного/выходного сопротивления.
* Применять отрицательную обратную связь, каскодные схемы, дарлингтоновские пары для улучшения стабильности, полосы пропускания и других параметров усилителя.

**(Tiếng Việt):** Khi thiết kế mạch khuếch đại dùng transistor, cần:

* Xác định điểm làm việc tĩnh (Q-point) của transistor khi chưa có tín hiệu xoay chiều. Chọn đúng điểm Q giúp tránh méo tín hiệu khi áp dụng tín hiệu xoay chiều.
* Sử dụng mô hình tín hiệu nhỏ (thông số h, mô hình thay thế) để đơn giản hóa việc tính hệ số khuếch đại, trở kháng đầu vào/ra.
* Áp dụng phản hồi âm, mạch cascode, cặp Darlington để cải thiện độ ổn định, băng thông và các tham số khác của bộ khuếch đại.

**Краткий итог:** Биполярный транзистор — управляемый по току прибор, который может работать как ключ или усилитель. Понимание его характеристик и основных схем включения составляет фундамент для разработки и анализа электронных устройств.

**(Tiếng Việt):** Tóm lại, transistor lưỡng cực là một linh kiện điều khiển bằng dòng điện, có thể hoạt động như một khóa (công tắc) hoặc bộ khuếch đại. Hiểu rõ các đặc tính và cách mắc cơ bản của transistor là nền tảng cho việc thiết kế và phân tích các thiết bị điện tử.

# Cậu 2:

Объясните подробно, как работает усилительный каскад на примере модели в микрокапе. Как работает транзистор, какие принципы обуславливают усиление сигнала, как подбирать номиналы компонентов схемы, что будет в случае отсутствия или некорректного выбора номинала компонентов схемы, каким образом можно улучшить работу схемы и т.д.

2. Объясните подробно, как работает усилительный каскад на примере модели в микрокапе. Как работает транзистор, какие принципы обуславливают усиление сигнала, как подбирать номиналы компонентов схемы, что будет в случае отсутствия или некорректного выбора номинала компонентов схемы, каким образом можно улучшить работу схемы и т.д.

**2. Giải thích chi tiết cách hoạt động của tầng khuếch đại bằng ví dụ về mô hình microcap. Cách thức hoạt động của bóng bán dẫn, nguyên tắc nào xác định khuếch đại tín hiệu, cách chọn xếp hạng của các thành phần mạch, điều gì sẽ xảy ra nếu xếp hạng của các thành phần mạch bị thiếu hoặc được chọn không chính xác, cách cải thiện hoạt động của mạch, v.v.**

Dưới đây là lời giải thích chi tiết về nguyên lý hoạt động của một tầng khuếch đại sử dụng transistor BJT, trình bày bằng tiếng Nga và sau mỗi câu có bản dịch sang tiếng Việt.

**1. Принцип работы биполярного транзистора в усилительном каскаде** *(Nguyên lý hoạt động của transistor lưỡng cực trong tầng khuếch đại)*

Биполярный транзистор (например, NPN) состоит из трёх областей: эмиттера (E), базы (B) и коллектора (C).  
 *(Transistor lưỡng cực, ví dụ loại NPN, gồm ba vùng: emitter (E), base (B), và collector (C).)*

Для того чтобы транзистор работал как усилитель, он должен находиться в активном режиме.  
 *(Để transistor hoạt động như một bộ khuếch đại, nó phải làm việc trong vùng hoạt động (active region).)*

Это означает, что переход база-эмиттер смещён в прямом направлении (U\_BE ≈ 0,6-0,7 В), а переход коллектор-база – в обратном.  
 *(Điều này có nghĩa mối nối base-emitter được phân cực thuận (U\_BE ≈ 0,6-0,7 V), còn mối nối collector-base phân cực ngược.)*

При таких условиях небольшой ток базы (I\_B) «управляет» более крупным током коллектора (I\_C), так что I\_C ≈ β × I\_B.  
 *(Trong điều kiện đó, một dòng base (I\_B) nhỏ sẽ "điều khiển" một dòng collector (I\_C) lớn hơn nhiều, với I\_C ≈ β × I\_B.)*

Малое изменение тока базы вызывает значительное изменение тока коллектора, что приводит к усилению сигнала.  
 *(Một thay đổi nhỏ của dòng base gây ra thay đổi lớn ở dòng collector, dẫn đến sự khuếch đại tín hiệu.)*

**2. Усилительный каскад: типовая схема** *(Tầng khuếch đại: sơ đồ điển hình)*

Типично имеется транзистор Q1 (NPN) с источником питания +VCC.  
 *(Thông thường có transistor NPN Q1 và nguồn cấp +VCC.)*

Коллектор соединён с VCC через резистор R\_C, база смещается постоянным напряжением через делитель (R\_B1, R\_B2), эмиттер может быть заземлён или иметь резистор R\_E.  
 *(Collector được nối với VCC qua điện trở R\_C, base được phân cực DC bằng một bộ chia áp (R\_B1, R\_B2), emitter có thể nối đất hoặc có điện trở R\_E.)*

Входной сигнал подаётся на базу через конденсатор C\_in, а выход берётся с коллектора через C\_out.  
 *(Tín hiệu đầu vào được đưa vào base qua tụ C\_in, và đầu ra lấy từ collector qua tụ C\_out.)*

**3. Выбор рабочего режима и подбор номиналов компонентов** *(Chọn chế độ làm việc và chọn giá trị linh kiện)*

Рабочую точку (Q-точку) выбирают так, чтобы U\_CE при отсутствии сигнала было примерно половиной VCC.  
 *(Điểm làm việc tĩnh (Q-point) được chọn sao cho điện áp C-E khi không có tín hiệu vào khoảng một nửa VCC.)*

Это даёт максимальный динамический диапазон для выходного сигнала.  
 *(Điều này cho phép biên độ tín hiệu ra dao động tối đa mà không bị méo.)*

Зная желаемый ток коллектора I\_CQ и коэффициент β, можно определить I\_BQ = I\_CQ/β.  
 *(Biết dòng collector quiescent I\_CQ và hệ số β, ta xác định I\_BQ = I\_CQ/β.)*

Делитель R\_B1 и R\_B2 выбирают так, чтобы обеспечить нужное напряжение на базе для получения I\_BQ.  
 *(Bộ chia áp R\_B1, R\_B2 được chọn để tạo ra điện áp base cần thiết nhằm có I\_BQ mong muốn.)*

Резистор R\_C подбирают для получения нужного падения напряжения при I\_CQ. Например, если VCC = 12 В и нужно падение около 6 В при I\_CQ = 2 мА, то R\_C = 6 В/2 мА = 3 кОм.  
 *(R\_C được chọn để tạo ra sụt áp phù hợp tại I\_CQ. Ví dụ, nếu VCC = 12 V và cần sụt áp khoảng 6 V ở I\_CQ = 2 mA, thì R\_C = 6 V/2 mA = 3 kΩ.)*

Резистор R\_E улучшает термостабильность и линейность, так как создаёт отрицательную обратную связь.  
 *(Điện trở R\_E cải thiện tính ổn định nhiệt và độ tuyến tính, vì nó tạo ra phản hồi âm.)*

Конденсаторы C\_in и C\_out подбирают так, чтобы обеспечить нужную нижнюю частоту среза, не ослабляя сигнал на низких частотах.  
 *(Các tụ C\_in và C\_out được chọn sao cho tần số cắt thấp phù hợp, không làm suy giảm tín hiệu tần số thấp.)*

**4. Что будет при отсутствии или неправильном выборе номиналов?** *(Điều gì xảy ra nếu không có hoặc chọn sai giá trị linh kiện?)*

Без правильной установки точки Q транзистор может работать в режиме отсечки или насыщения, искажающая форма сигнала.  
 *(Nếu không thiết lập đúng điểm Q, transistor có thể hoạt động ở chế độ ngắt hoặc bão hòa, làm méo dạng tín hiệu.)*

Слишком большой или маленький R\_C может снизить усиление или уменьшить динамический диапазон.  
 *(R\_C quá lớn hoặc quá nhỏ có thể giảm hệ số khuếch đại hoặc thu hẹp dải động.)*

Неверно выбранные C\_in и C\_out могут привести к завалу низких частот или смещению постоянного уровня.  
 *(Chọn sai C\_in và C\_out có thể gây suy giảm tần số thấp hoặc gây lệch mức DC.)*

**5. Как улучшить работу схемы?** *(Làm thế nào để cải thiện hoạt động của mạch?)*

Использование R\_E и схем стабилизации точки покоя повышают стабильность режима.  
 *(Sử dụng R\_E và mạch ổn định điểm Q cải thiện tính ổn định của chế độ làm việc.)*

Введение отрицательной обратной связи снижает искажения и стабилизирует усиление.  
 *(Thêm phản hồi âm giảm méo và ổn định hệ số khuếch đại.)*

Выбор транзистора с лучшими параметрами или применение каскодных каскадов расширяет полосу пропускания.  
 *(Chọn transistor có thông số tốt hơn hoặc dùng mạch cascode để mở rộng băng thông.)*

Можно каскадировать несколько ступеней, добавить буферный каскад с общим коллектором для уменьшения выходного сопротивления.  
 *(Có thể mắc nhiều tầng nối tiếp, thêm tầng đệm (common collector) để giảm trở kháng đầu ra.)*

**6. Анализ в MicroCap (или другом симуляторе)** *(Phân tích trong MicroCap (hoặc trình mô phỏng khác))*

В MicroCap можно собрать схему, задать номиналы и параметры транзистора.  
 *(Trong MicroCap, ta có thể lắp sơ đồ, đặt các giá trị linh kiện và thông số transistor.)*

DC анализ покажет рабочую точку: I\_CQ, U\_CEQ. Если точка не подходит, меняем номиналы.  
 *(Phân tích DC cho ta điểm Q: I\_CQ, U\_CEQ. Nếu điểm không phù hợp, ta đổi giá trị linh kiện.)*

AC анализ определит частотный отклик, можно подобрать C\_in и C\_out.  
 *(Phân tích AC xác định đáp ứng tần số, ta có thể chọn lại C\_in và C\_out.)*

Transient анализ покажет форму выходного сигнала при подаче синусоиды, можно увидеть искажения или подрезание.  
 *(Phân tích Transient cho thấy dạng sóng đầu ra khi cấp tín hiệu sin, giúp phát hiện méo hoặc cắt đỉnh.)*

**Итог:** *(Kết luận:)*

Усилительный каскад на транзисторе работает за счёт управления большим током коллектора малым током базы.  
 *(Tầng khuếch đại trên transistor hoạt động nhờ việc dòng base nhỏ điều khiển dòng collector lớn.)*

Правильный выбор номиналов резисторов и конденсаторов, установка рабочей точки, использование обратной связи и анализ в MicroCap позволяют получить оптимальное усиление без искажений.  
 *(Chọn đúng giá trị điện trở, tụ, thiết lập điểm làm việc, sử dụng phản hồi âm và phân tích trong MicroCap giúp đạt được hệ số khuếch đại tối ưu mà không méo.)*