Принцип дії підсилювача базується на перетворенні енергії джерела живлення в енергію сигналу. Основну функцію перетворювача енергії в підсилювачі виконує активний підсилювальний елемент, здатний з невеликою вхідною енергією керувати значно більшою енергією джерела живлення.

Мінімальну частину підсилювача, що зберігає основну функцію - здатність підсилювати сигнали, - називають каскадом підсилення. Каскад підсилення складається з підсилювального елементу (деколи декількох елементів) і ланцюгів, що забезпечують заданий режим елементу і згідність з джерелом сигналу і навантаження.

По типу підсилювальних елементів підсилювачі діляться на транзисторні, лампові, параметричні, магнітні, квантові та інші. Найбільш універсальними і широко використовуваними є транзисторні підсилювачі. По потужності підсилювальних сигналів розрізняють каскади підсилювання слабких і сильних коливань. В підсилювачах слабких сигналів амплітуда коливань займає малу ділянку вольт-амперної характеристики підсилювального елементу. Тому такі підсилювачі є лінійними. В підсилювачах сильних сигналів використовуєтся більша частина характеристики підсилювального елементу, часто з відсічкою струму. Потужність в такому режимі близька до максимальної, і тому такі підсилювачі називаються підсилювачами потужності.

Підсилювачі низької частоти використовуються для підсилення неперервних періодичних сигналів, частотний спектр яких лежить в межах десятків герц до десятків кілогерц.

Основні характеристики і показники підсилювачів:

1) Коефіцієнт підсилення показує, у скільки разів напруга, струм або потужність вихідного сигналу перевищує вхідний сигнал.

 [1].

2) Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) - залежність модуля коефіцієнта підсилення від частоти.



3) Фазо-частотна характеристика (ФЧХ).  - залежність аргументу коефіцієнту підсилення від частоти.

4) Діапазон підсилення: , де  - частота верхнього зрізу,  - частота нижнього зрізу (це частоти, при яких коефіцієнт підсилення досягає ).

5) Вхідний і вихідний опір підсилювача:

Підсилювач можна розглядати як активний чотирьохполюсник, до входів якого підключені джерело вхідного сигналу і навантаження. Джерело вхідного сиганлу має вхідний опір. Зі сторони виходу підсилювач представлений у вигляді генератора напруги з ЕРС і внутрішнім опором. Звідси:



6) Коефіцієнт гармонік (коефіцієнт спотворення) - показує, на скільки процентів змінився сигнал на виході. , де  - гармоніка. Він вводиться за рахунок того, що транзистор має нелінійну вхідну характеристику.

В даній курсовій роботі ми розглядаємо RC-каскад підсилювача (резистивний каскад, каскад з реостатно-ємнісним зв’язком). Він складається з одного нелінійного елемента (транзистора) та пасивних R, C елементів, які призначені для зв’язку нелінійного елементу з джерелом вхідного сигналу, з навантаженням, з блоком живлення. Пасивні елементи каскаду надають останньому певних властивостей. Підсилювач може складатись з декількох каскадів, як правило вони з’єднані між собою послідовно.

Для нормального режиму роботи транзистора необхідно, щоб допустима напруга між колектором і емітером вибраного транзистора перевищувала напругу живлення, що підводиться до каскаду.



Друге співвідношення забезпечує частотну незалежність крутості транзистора в межах робочого діапазону частот, третє гарантує роботу транзистора без проблем.

Мій тип транзистора - МП116. Його довідкові параметри:

.

№ 07 - дві останні цифри номеру залікової книжки.

;

;

;

;

Вхідні дані:

 (вхідна напруга)

 (опір джерела сигналу)

 (вихідна напруга)

 (ємність навантаження)

 (частота верхнього зрізу)

 (частота нижнього зрізу)

 (діапазон робочих частот)

 (опір навантаження)

% (температурна нестабільність)

 (частота, на якій  дорівнює одиниці)

Розрахуємо значення крутості транзистора, взявши , де  - струм спокою колектора,  - максимальний струм колектора.

При розрахунку будемо користуватися середнім геометричним значенням:  (так як значення  розкидане).

Згідно означення . Для цього нам потрібно знати . Вибравши , розрахуємо .

Виберемо  з діапазону робочих температур. Для кремнієвих транзисторів . Взявши з довідкових даних , одержимо .

. Візьмемо . Звідси . .

Вибравши опір бази  і враховуючи допустиму температурну нестабільність , є сенс визначити  і спад напруги на ньому .



. .

Вхідний опір каскаду:

.

Оскільки  (з принципу роботи транзистора), то  

Так як  і , я вибрала третю схему.

Розглянемо призначення елементів RC-каскаду.

Транзистор VT1 Служить для перетворення енергії джерела живлення в енергію корисного сигналу. Розділова ємність  служить для того, щоб постійна складова з колектора транзистора не поступала в навантаження. Опір  служить опором навантаження транзистора по постійній складовій. Він впливає на коефіцієнт підсилення каскаду. Ланка  називається ланкою температурної стабілізації режиму роботи транзистора. Вона використовується для того, щоб робоча точка завжди перебувала на лінійній ділянці характеристики. На цій схемі ми бачимо два джерела сигналу. Тут зміщення робочої точки досягається без базового подільника напруги.

Існують такі режими роботи транзистора: A, B, AB, C, D.

Режим роботи A забазпечує знаходження робочої точки на середині робочої ділянки. Цей режим не економічний через те, що при відсутності сигналу на вході в колі бази і колектора буде протікати струми , яким відповідають напруги , а це означає, що від джерела живлення ми будемо споживати потужність , яка понижує коефіцієнт корисної дії каскаду. . Зате такий режим дає малий коефіцієнт спотворень.

Режим роботи В характеризується відсутністю постійної напруги зміщення на базу транзистора. При подачі сигналу протікає лише половина періоду напруги сигналу. Тому виникають великі нелінійні спотворення сигналу . Його недоліком є те, що виникають спотворення типу сходинка (зникання від’ємного півперіоду сигналу). Кутом відсічки називають половину періоду, на протязі якого протікає струм. .

Режим АВ є проміжковий між А і В режимами. Кут відсічки  є від 0 до 90, . Використовується в підсилювачах, де коефіцієнт нелінійних спотворень не є вагомим фактором.

Режими роботи С і D використовуються в імпульсній техніці.

RC-каскади підсилення працюють в режимі роботи А (режим малого сигналу).

Ріст  приводить до значного спаду на ньому напруги  і як наслідок, до нераціонального зростання напруги , а зменшення  - до зниження вхідного опору каскаду по змінному струму.

Опір навантаження транзистора по змінному струму визначається паралельним включенням резистора  і еквівалентного опору зовнішнього навантаження .



Так як  то необхідне значення  повинно задовільняти наступну умову: .

Паразитна ємність , яка шунтує активне навантаження каскаду на верхніх частотах (згідно еквівалентних схем), визначається з формули: , де ємність монтажу . Я вибрала . Тому . Звідси  . . Отже .

Знаючи  ми можемо знайти

.



Точки на ВАХ, які відповідають вибраним постійним значенням струмів і напруг транзистора, називаються робочими точками БТ.

Положення навантажувальної прямої на вихідних ВАХ біполярного транзистора визначаються опором резистора  та напругою джерела живлення , які потрібно вибрати так, щоб ця пряма проходила нижче від кривої, яка відповідає максимальній потужності транзистора , та не перевищувала максимально допустимих значень напруги і струму колектора . Виходячи з цього опір  повинен складати , як в нас і вийшло.

В режимі роботи А координати робочої точки визначаються так: . Звідси   .  повинно лежати в межах .  можна визначити з співвідношення  , . Звідси напруга живлення , , . Так як розрахунок ведеться по третій схемі, то можна  знайти так:. Звідси.

В даній схемі вивід робочої точки на середину лінійної характеристики транзистора здійснюється за допогою джерела . Визначимо ЕРС цього джерела. За схемою Тевеліна  [6, 106]. Для перевірки:  .  [6, 107].

Отже, виконується перша вимога для нормальної роботи транзистора.

Реактивні елементи RC-каскаду (розділова ємність і блокуюча емітерна ємність) великі і викликають зниження підсилення на нижніх частотах, тобто завал АЧХ в області нижніх частот.

Розділова ємність  погіршує передачу низькочастотного сигналу з колектора транзистора у навантаження .

Ємність , шунтуючи , усуває ВЗЗ, послідовний по струму в межах робочого діапазону частот, але зі зменшенням частоти її шунтуючий вплив зменшується, і ВЗЗ, який при цьому виникає, знижує підсилення, тобто появляється додатковий завал АЧХ в області нижніх частот.

Виберемо наступні ємності:   [2, cт.115]  Звідси визначимо ;  ; .

Розрахуємо коефіцієнт підсилення каскаду:

 - коефіцієнт підсилення.

Весь графік залежності  від  можна розбити на III частини: в області НЧ істотний вплив має , в області СЧ  не змінюється (не залежить від ); в області ВЧ сильно впливає паразитна ємність . Отже, можна записати 3 формули для відображення АЧХ. Область НЧ є [0; 20] Гц, область ВЧ є 20 кГц і більше.

Згідно еквівалентних схем RC-каскаду для СЧ: ; RC-каскаду для ВЧ: ; 

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f | 20000 | 30000 | 40000 | 50000 | 60000 | 70000 | 80000 | 90000 |
| Ku | 48.7 | 47.2 | 46.2 | 45.2 | 43.7 | 40.7 | 37.8 | 35.3 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| f | 200000 | 1000000 | 5000000 |
| Ku | 18.9 | 3.9 | 0.8 |

Ачх в області НЧ: ; 

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| Ku | 0 | 7.1 | 13.9 | 20.3 | 25.8 | 30.6 | 34.6 | 38.1 | 40.9 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 300 | 350 |
| Ku | 41.3 | 42.1 | 42.9 | 44 | 44.5 | 47.8 | 48 | 48.7 | 49.8 |

Якщо визначити смугу пропускання згідно АЧХ для ВЧ, то ;  (так як  - найменше).

Отже, теоретично визначені частоти верхнього та нижнього зрізів майже співпадають з заданими.

Для покращення властивостей RC-каскаду можна провести ВЧ корекцію і НЧ корекцію. Так як ємності  великі, я вважаю, що краще провести НЧ корекцію, тобто ввести додаткові  послідовно  (елементи розв’язуючого фільтру). ; де  - величина струму спокою у колі колектора.  [2,ст.135]   .

Також можна провести ВЧ-корекцію, а саме ВЧ-колекторну корекцію. Для цього послідовно з опором  підключаємо індуктивність . В нас утворюється паралельний коливальний контур (з ємністю ). Потім підбираємо таке значення , що . . А це значно розширює смугу пропускання і збільшує коефіцієнт підсилення на верхніх частотах.

Значна частина елементів електронних пристроїв використовує для своєї роботи електричну енергію постійного струму. Джерелом постійного струму можуть служити гальванічні елементи, акумулятори, термоелектрогенератори, електромашини постійного струму і випрямлячі.

Найбільш поширеним джерелом постійного струму є випрямляч - пристрій, який перетворює змінний струм в постійний.

Випрямляч в більшості випадків складається з таких елементів: силовий трансформатор (або автотрансформатор), який служить для півищення або пониження напруги мережі до потрібної величини; схеми випростування, які складаються з одного або декількох вентилів, що володіють односторонньою провідністю струму і виконують основну функцію випростувача - перетворення змінного струму у постійний; згладжуючого фільтру, що зменшує пульсацію випрямленого струму. В схему випростувача можуть входити також різні допоміжні елементи, які призначені для регулювання випрямленої напруги, включення і виключення випростувача, захисту випростувача від пошкодженьпри порушеннях нормальної роботи та ін.

Напруга при нагрузці джерела живлення може змінюватись недивлячись на використання згладжуючого фільтру. Це пояснюється тим, що при згладженні пульсації фільтром змінюється тільки змінна складова випрямленої напруги, а величина постійної складової може змінитись при коливаннях напруги в мережі і при зміні струму навантаження. Для одержання необхідної величини використовуються стабілізатори напруги.

Стабілізатором постійної напруги називають пристрій, який підтримує автоматично і з потрібною точністю постійну напругу на навантаженні при зміні дестабілізуючих факторів в обумовлених межах.



1) Напруга на вході стабілізатора: . Згідно рекомендації вибираємо: . Знайдемо :   Звідси   Номінальна і максимальна напруга на вході стабілізатора:   Знаходимо максимальну напругу на вході стабілізатора , при мінімальному струмі навантаження. , де  - величина внутрішнього опору випрямляча  

2) Визначаємо максимальну напругу на ділянці колектор-емітер регулюючого транзистора:  . Максимальна потужність на регулюючому транзисторі: , де  - максимальний струм колектора регулюючого транзистора: .  Виходячи з одержаних значень , вибираємо слідуючий тип регулюючого транзистора: ГТ403В. 

3) Для вибору типу стабілітрона, що використовується в якості джерела опорної напруги, знаходимо величину потрібної опорної напруги по формулі:   Вибиремо стабілітрон Д814А, що має  Умова  виконується.

4) Опір резистора  в колі стабілізатора знаходимо з виразу:  Для Д814А .  Вибираємо опір    
Струм  Максимальна потужність, що розсіюється на резисторі :   Вибираємо резистор: МЛТ-0.125;  .

5) Розрахуємо опір подільника. Задаємся струмом подільника  Вибиремо 7 мА. Знаходимо загальний опір подільника:  Розрахуємо мінімальний і максимальний коефіцієнт передачі подільника. 

Опір ;   Вибираємо  Тоді змінний опір 

Звичайно, в якості підсилювальних транзисторів в стабілізаторах використовуються малопотужні транзистори з  Таким вимогам задовільняє транзистор МП26А.