

Загальні відомості про електронні прилади та їх

1. Загальна будова електронних ламп
2. Електронні пристрої на базі електронних ламп

Електронні лампи належать до електролампових приладів, вони мають скляний металічний або метало-керамічний балон, тиск повітря умовно не перевищує 10^{-6} мм ртутного стовпчика, в балоні розміщені електроди і цоколі.

Електроди забезпечують формування електронного потоку та управління ним. Первинне джерело електронів є катод який здійснює під час розігріву емісію електронів. Це здійснюється за рахунок отримання цими електронами кінетичної енергії.

Термоемісія – розігрів здійснюється за рахунок катода.

Вторинна емісія – виникає в наслідок бомбардування катода потоком первинних електронів високої енергії.

Емісія за рахунок потужного зовнішнього поля

Катод нагрівають безпосередньо

Навколо катода намотують нитку розжарювання

Для підвищення ефективності емісії поверхню катода покривають оксидним шаром, це можуть бути з'єднання барію, стронцію або кальцію.

Роботи виходу оксидних катодів здійснюється при температурі 700-730 градусів, що забезпечується струмом до 100 мА, та потужністю до 1 кВт, при цьому створюється напруга 6-7 В.

Головним недоліком є інертність – довгий старт.

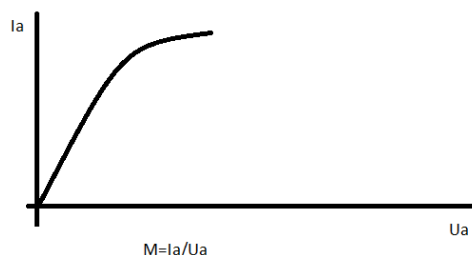
ЛАМПОВІ ДІОДИ

Діодом називається двоелектродна лампа, яка має катод, анод та коло розжарювання. Позначається

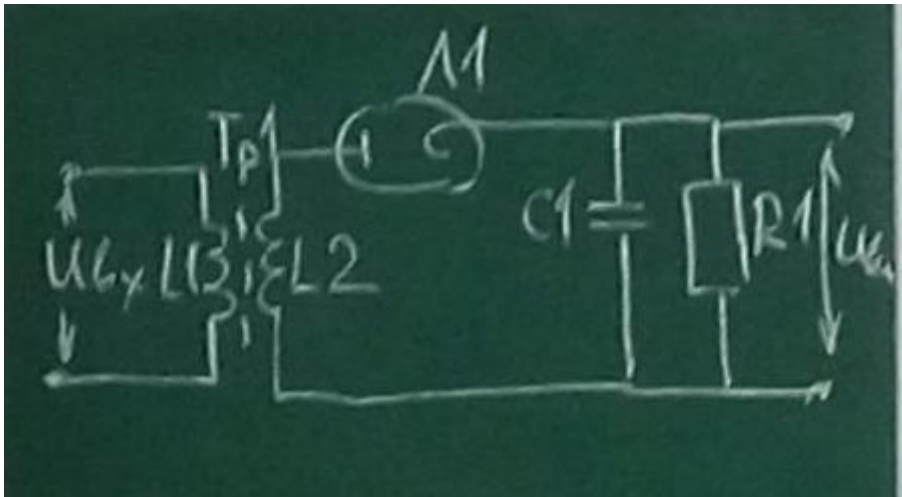


так:

Основною характеристикою *лампи-діод* є анодна характеристика (вольт-амперна характеристика),



має вона наступний вигляд:



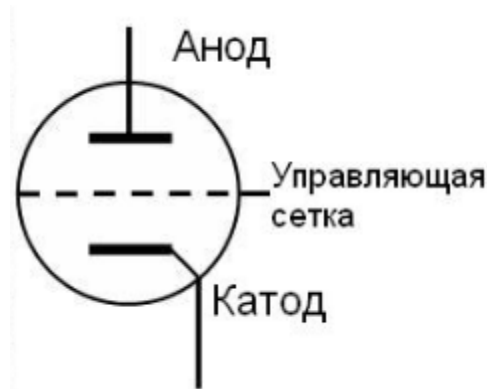
Трансформатор TP1 визначає робочу точку на вольт-амперній характеристиці, як правило її обирають по середині динамічного діапазону. За рахунок крутизни вольт-амперної характеристики діода та полярності його включення здійснюється випрямлення шляхом відсікання додатнього або від'ємного вхідного напівперіоду вхідного сигналу, тобто на лампі Л1 залишаються додатні напівперіоди, а якщо поміняти місцями, то від'ємні.

Перевага – простота

Недолік – не здатні підсилювати сигнал.

ТРИОД

Тріодом називається трьох електродна лампа яка додатково має ще один електрод, що називається керуюча сітка.

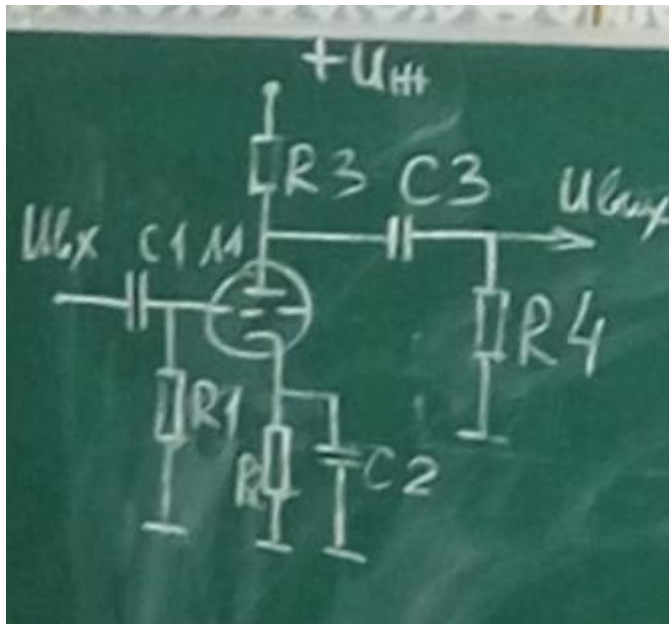


На принципових схемах познач наст. чином:

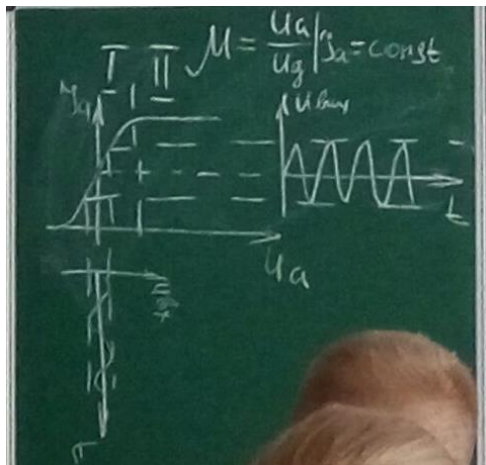
Основною характеристикою є анодно-сіткова характеристика:

Має дві яскраво виражені ділянки – динамічна та насичена.

На базі лампи триод будують електронні підсилювачі, його схема має вигляд:



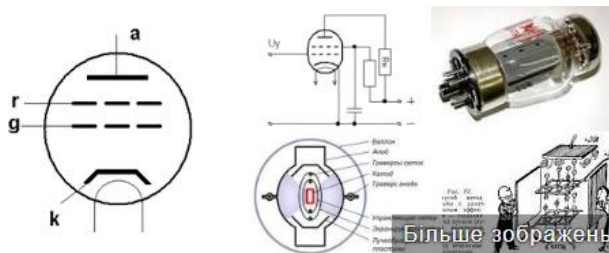
Принцип підсилення легко доводиться за допомогою графо-аналітичного способу:



АЧХ, якщо коефіцієнт передачі перевищує 1 то він назив. коеф. підсилення.

Окрім того введення ще одного електрода призводить до виникнення паразитної ємності. Щоб позбутися цього ввели ще одну сітку.

ТЕТРОД



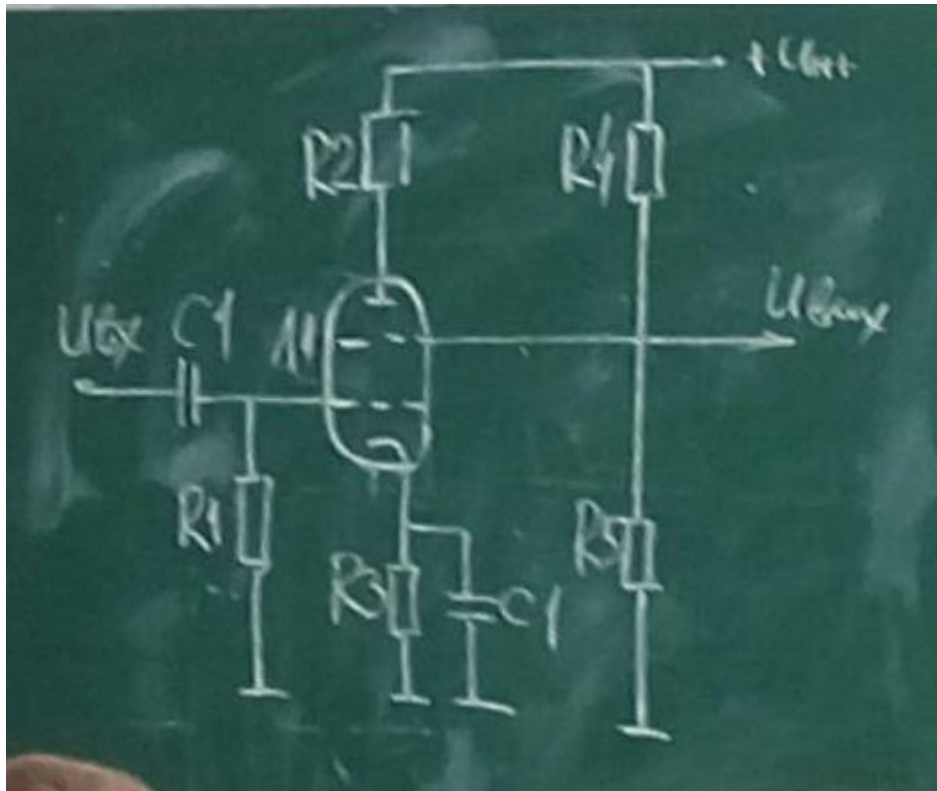
Тетрод

Тетро́д — електровакуумна лампа, що має чотири електроди: катод, керуючу сітку, екрануючу сітку та анод. Екрануюча сітка розміщується між анодом і керуючою сіткою і виконується у вигляді густої спіралі, що оточує керуючу сітку. [Вікіпедія](#)

$$K = 0,42 \sqrt{\frac{\mu}{\omega C}}$$

Для лампи тетрод коеф. передачі визначається формулою:

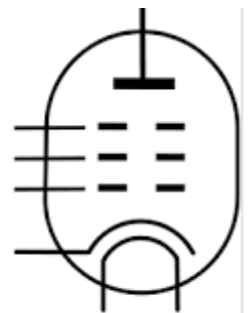
На базі лампи тетрод також будуються підсилювачі:



ПЕНТОД

Має 5 контактів

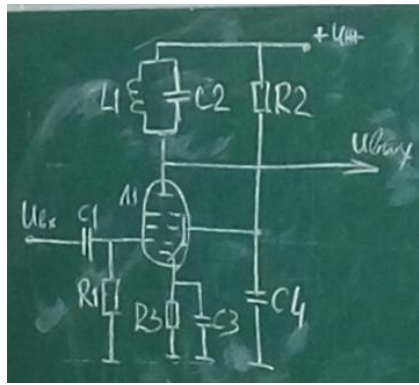
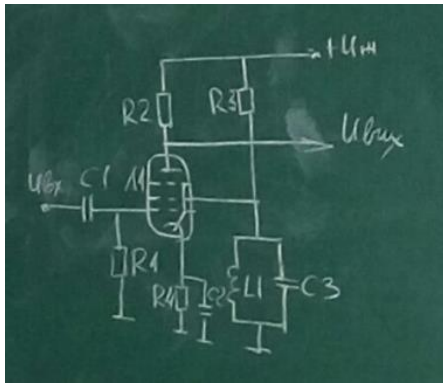
Пентод — електронна лампа з п'ятьма електродами: катодом, анодом і трьома сітками — керуючою, екрануючою і захисною (антидинатронною).



[Пентод — Вікіпедія](https://uk.wikipedia.org/wiki/Пентод)

<https://uk.wikipedia.org/wiki/Пентод>

Крім того така конструкція лампи дозволила підвищити ефективність роботи підсилювачів, в таких схемах використовуються резонансні контури.



Напівпровідникові діоди

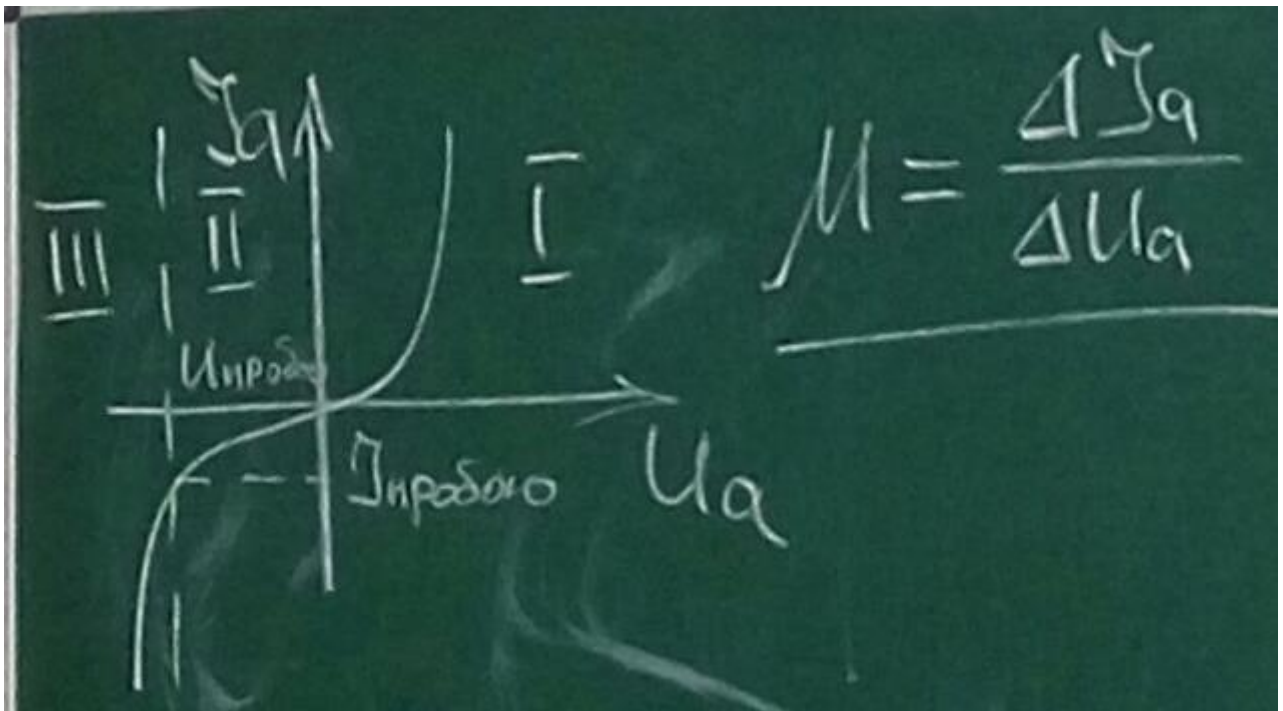
1. Властивості напівпровідників
2. Принцип дії діодів та їх використання в схемах

Однією з характеристик є питомий опір. Питомою називається матеріал кубічної форми з гранями 1 см. Для провідників питомий опір складає 10^{-5} Ом*см. Для діелектриків від 10^{14} Ом*см до 10^{16} Ом*см. Між 10^{-5} Ом*см та 10^{14} Ом*см знаходяться напівпровідники.

Різниця в питомих опорах пояснюється тим, що у провідників електрони перекриваються різним рівнем провідності, тому валентні електрони вільно покидають атом. У діелектриків енергетичні рівні розділені забороненою зоною від 5 еВ і вище. Для того щоб пройти заборонену зону потрібно помістити його у сильне електромагнітне поле, але це може пошкодити кристалічну решітку, що призведе до теплового пробою. Тепловий пробій призводить до незворотніх змін речовини. Але перелік деяких матеріалів дозволяє в умовах зовнішнього поля здійснювати тимчасову провідність, тобто утворюються електрони та носієм позитивного заряду є вони.

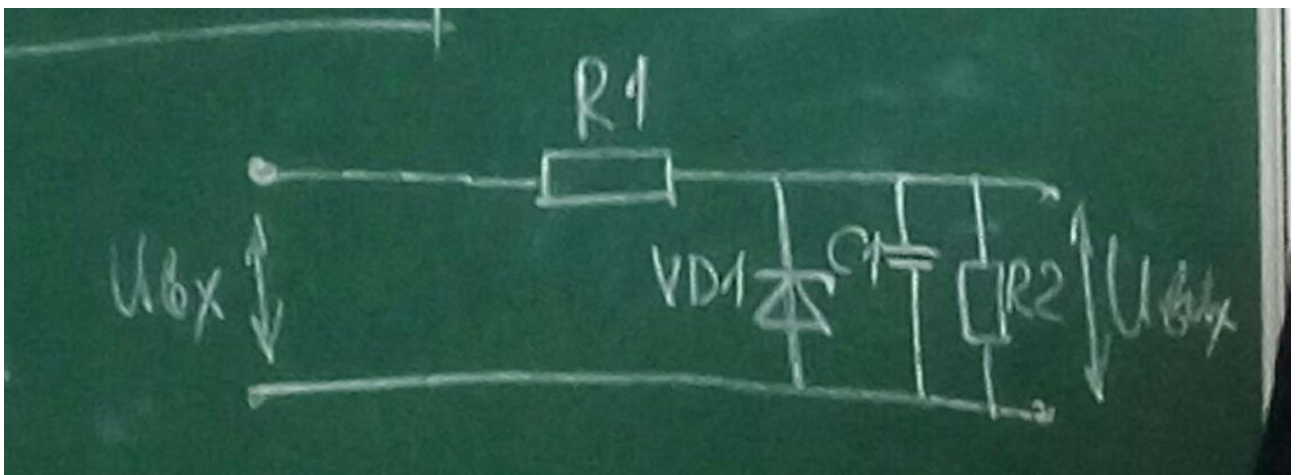
На межі розділення областей з позитивним зарядом і негативним зарядом утворюється рп перехід. У якості таких матеріалів використовуються: кристали кремнію, германію, селену, миш'яку, галію, індію. Провідність напівпровідників можливо змінювати в широкому діапазоні за допомогою домішок. Конструктивне введення домішок називається легуванням. Домішки, які виробляють надлишки електронів, називають донорами, домішки, які виробляють дірки – акцептори. У звичайному стані без зовнішнього поля струм через напівпровідник не протікає із-за того, що на ПН переході здійснюється процес рекомбінації. І рп перехід є закритим, але якщо до ПН переходу підвести струм, то почне відбуватися лавинообразний процес утворення електронів і дірок, вільний пробіг електронів суттєво збільшить це і рп перехід відкриється. Ця властивість визначає основну характеристику напівпровідникового матеріалу. Основна пряма провідність та невелика зворотня.

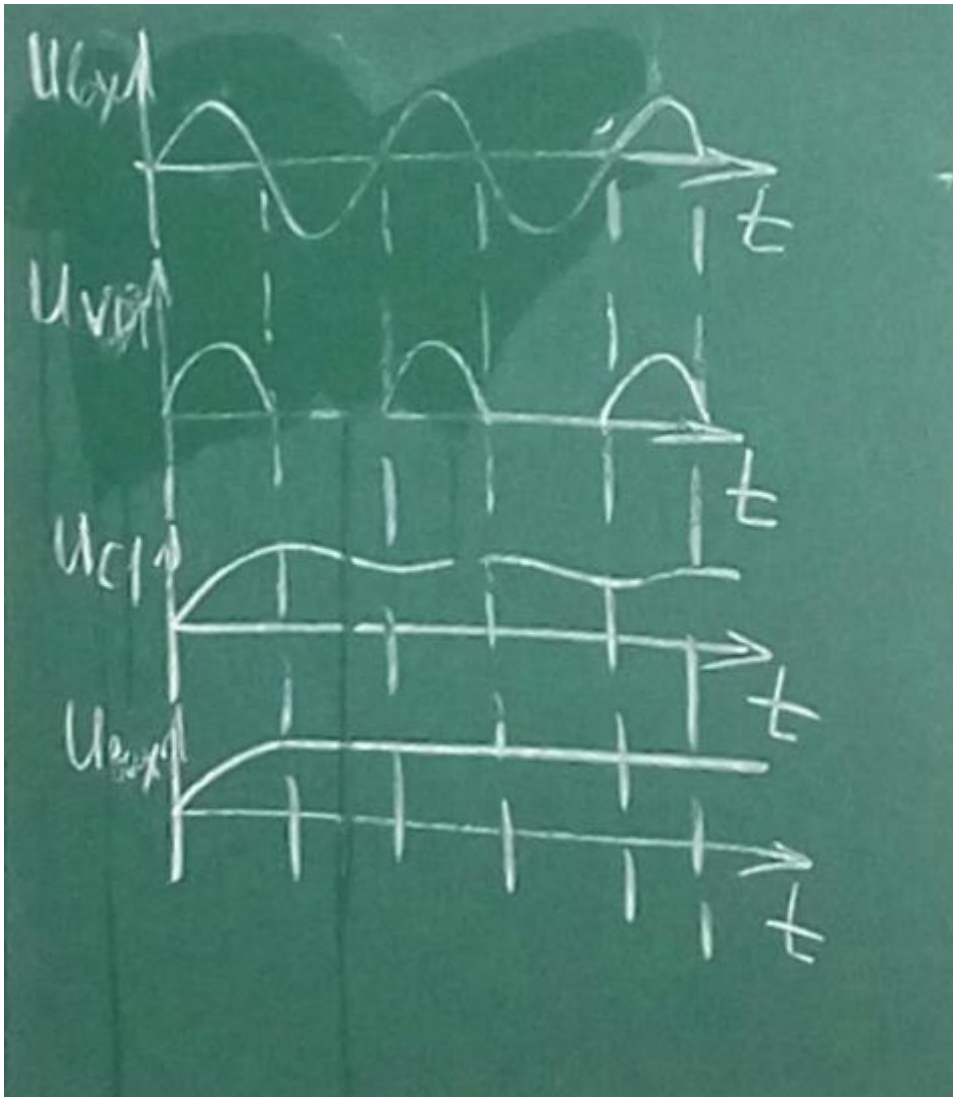
Напівпровідниковий діод реалізується на одному рп переході, за аналогією область в якій втікає струм є анодом, п область є катодом. На схемі позначається префіксом VD. Основною характеристикою напівпровідникового діода, є його анодна характеристика



Використання діодів: випрямлення струму.

Схема стабілізатора напруги на діоді:





Класифікація напівпровідникових діодів:

Випрямляючі – розподіляються по величині прямого струму і ділять на: малопотужні - до 1 А, середньої потужності - до 10 А, та великої потужності - понад 10 А.

Універсальні та імпульсні діоди – працюють від одиниць міліампер до одиниць ампер в імпульсних.

Надвисокочастотні діоди – використовуються при характеристиках вхідного сигналу на частоті від 30 до 500 МГц.

Маркування діодів: Застаріла інформація, вилучено згідно закону про декомунізацію

КД221 – кремній, середня провідність, середньої потужності, понад 10 А.

Біполярні транзистори

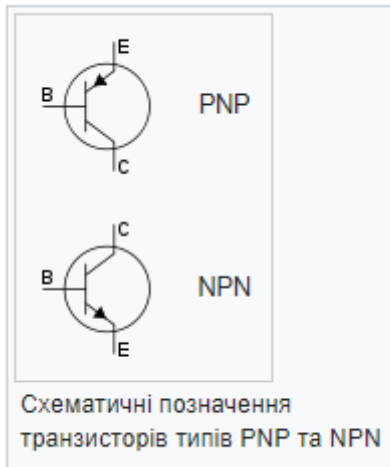
1. Принципи побудови.
2. Електронні схеми на біполярних характеристиках.
3. Порівняльні характеристики електронних ламп та напівпровідникових приладів.

1. Біполярним транзистором називається напівпровідниковий прилад з 2 взаємодіючими рп переходами. Колектор/база/емітер

2. У біполярного транзистора використовуються властивості прямої провідності та в деяких випадках зворотної провідності.

В усіх біполярних транзисторів середня область називається базою, крайні області – емітором та колектором. База це область з допомогою якої керують провідністю транзистора. Емітер це область яка виробляє надлишкові носії заряду. Колектором називається область в напрямку кої рухаються носії заряду.

На електричних схемах біполярні транзистори позначаються наступним чином:



Взагалі існує два типи біполярних транзисторів – це корпусні і безкорпусні – мікросхеми багатоканальні

Якщо колектор під'єднати до джерела струму, а емітер заземлити, то через транзистор потече струм у випадку якщо на базу подати керуючий сигнал, тому що у вихідному стані обидва рп переходи насичені основними та не основними носіями заряду, мають велику товщину і не пропускають струм джерела живлення, сигнал який надходить на базу звужує рп переходи і струм починає протікати від колектора до емітера.

Рп переходи у вихідному стані закриті для основних носіїв заряду і закриті для не основних носіїв заряду.

Носії заряду в базі під дією вихідного заряду створюють прискорює поле і в цьому випадку рп переходи звужуються, взагалі база виготовляється у вигляді тонкого шару з невисокою концентрацією заряду. Товщина бази менша ніж електрону, тому у випадку відкриття рп переходів, електрони будуть вільно долати базу. Але не велика частина носіїв заряду губиться в базі в наслідок рекомбінації з не основними носіями заряду – це явище називається насиченням (при зростанні напругу зовнішнього поля струм залишається сталим). В деяких випадках транзистор називають напівпровідником тріодом. Для підвищення ефективності рп переходів здійснюють легування (введення домішок) окрім того площі переходів роблять не однакові, площу колекторного переходу роблять більшою ніж емітерного. Для транзистора виконується залежність $I_e = I_b + I_k$. Ця залежність визначає 3 основних режими в яких може працювати біполярний транзистор, це режим підсилення, ключовий режим та режим відсічки

Області вольт-амперної характеристики – лінійна(підсилення), насичення, допустима зворотна провідність.

Якщо перемістити робочу точку вправо або в ліво, то на виході залишиться або позитивна півхвиля, або негативна. Струм який протікає через біполярний транзистор визначається внутрішнім опором колекторного та емітерного переходу.

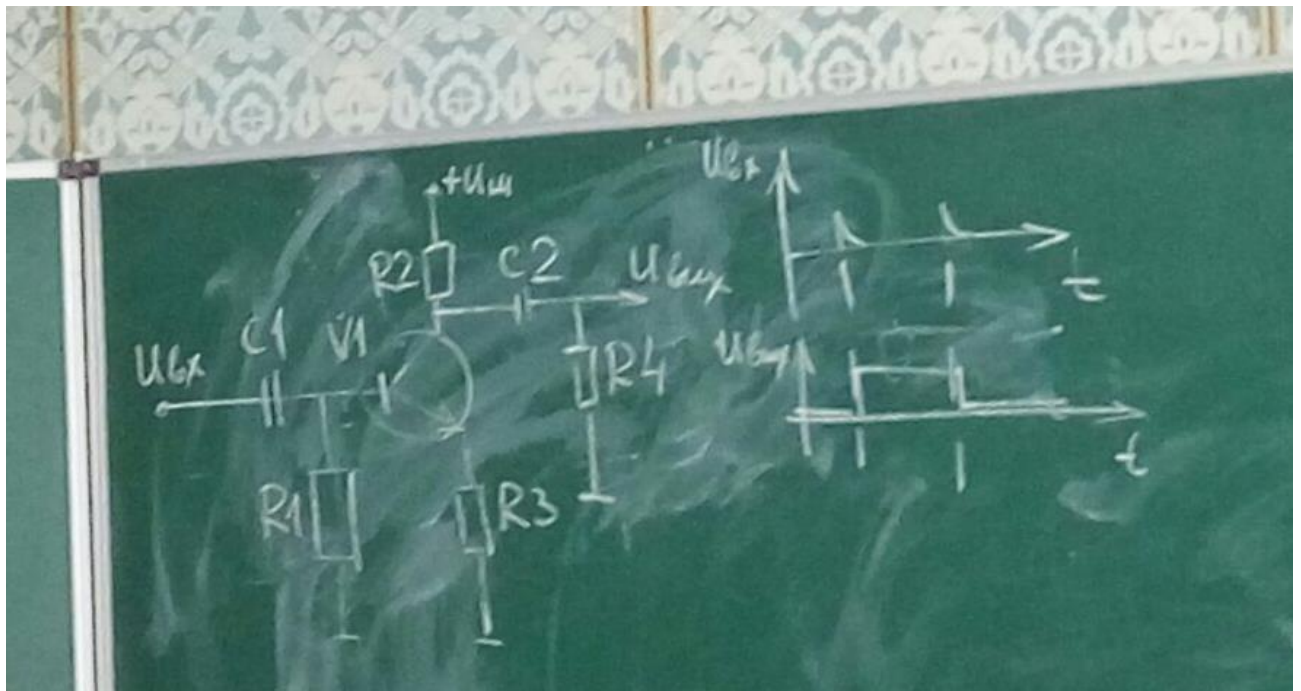
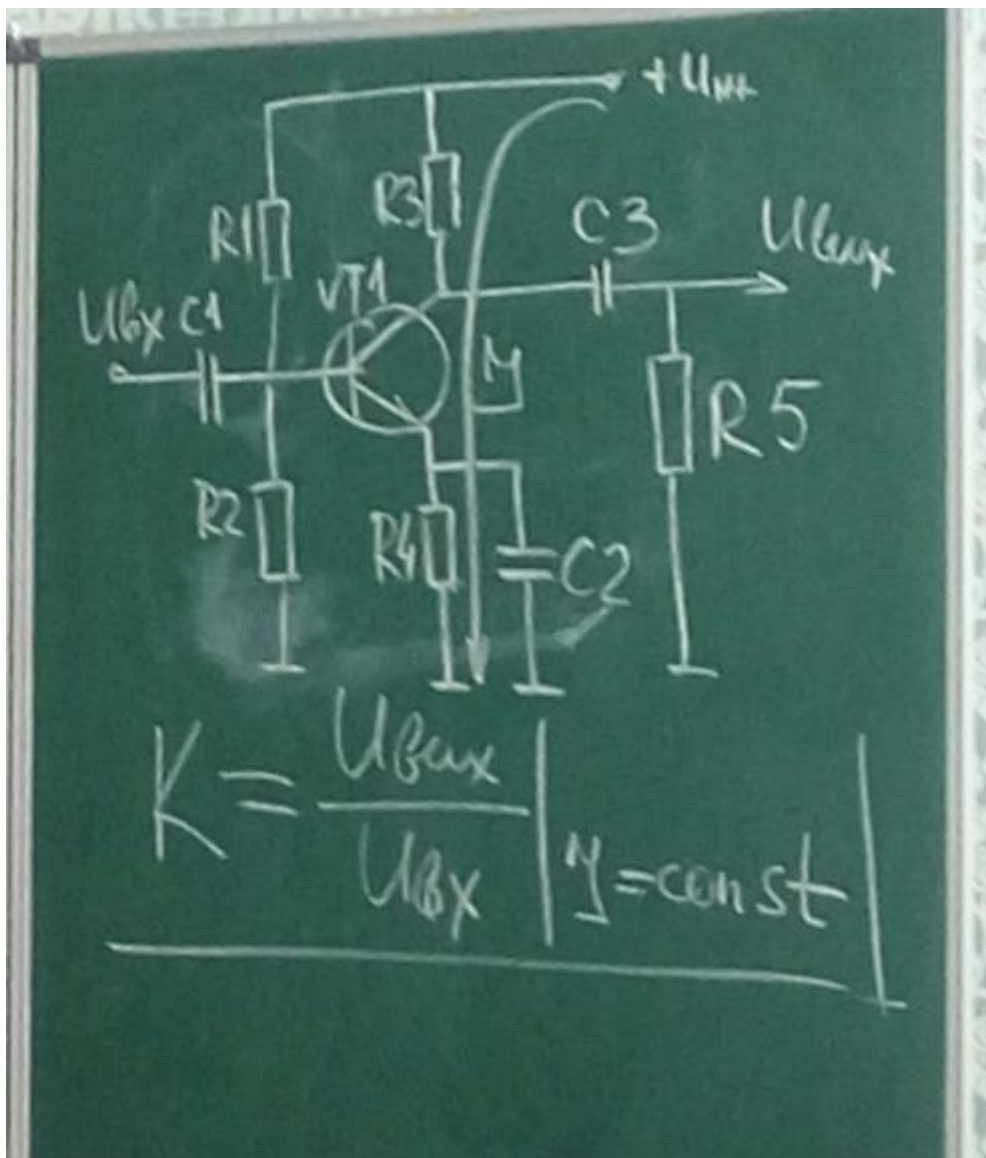


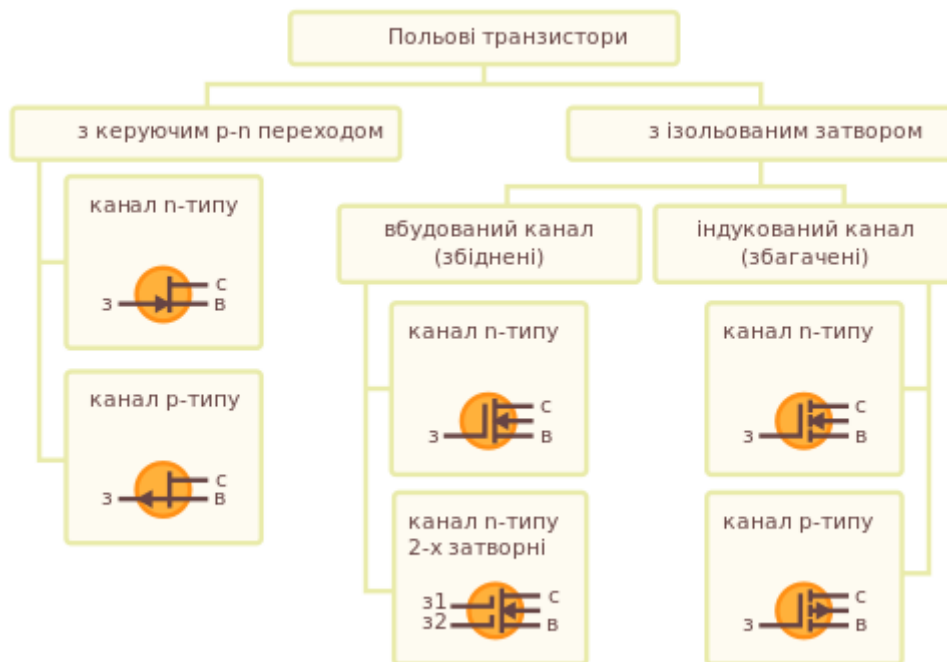
Схема електронного колюча



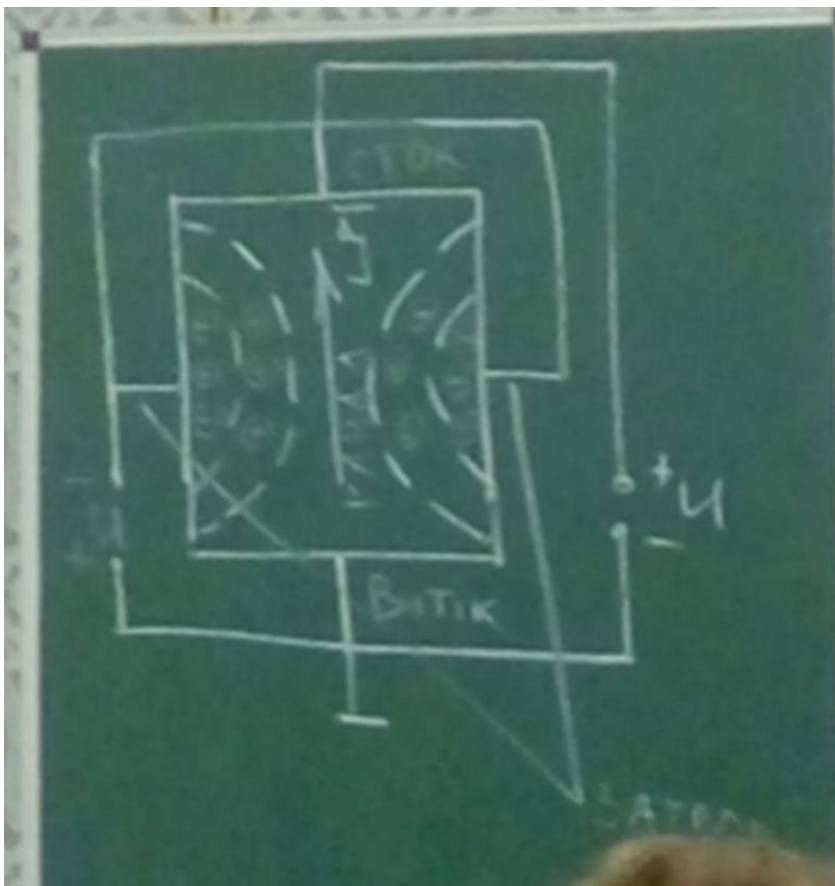
Переваги ламп – високий вхідний попит – це дозволяє працювати без споживання вихідного сигналу

Польові транзистори

Польовим транзистором називається напівпровідниковий прилад який має витік, сток і затвор. Позначення на схемах:



На принципових схемах позначаються як VT1
Схема польового транзистора:



Транзистор складається з областей n та p типу, області з'єднуються і утворюють керуючий електрод який називається затвором. На межі поділу p і n областей, утворюються затвірні шари (пунктирна лінія на малюнку), ці шари мають високий опір. Частина напівпровідникової області n типу яка знаходиться між запірними шарами, називається канал. Якщо канал підключити до зовнішнього джерела струму в ньому утвориться повздовжнє поле в якому почне протікати струм від витоку до стоку. Якщо на затвор подати керуючу напругу, то запірні шари почнуть розширюватись перекриваючи переріз каналу допоки ці шари не зімкнуться і не припиниться протікання струму. Технологічно кожен транзистор має ефективний переріз каналу, який

досягається вибором концентрації домішок. Аналітично ширину між запірними шарами можна

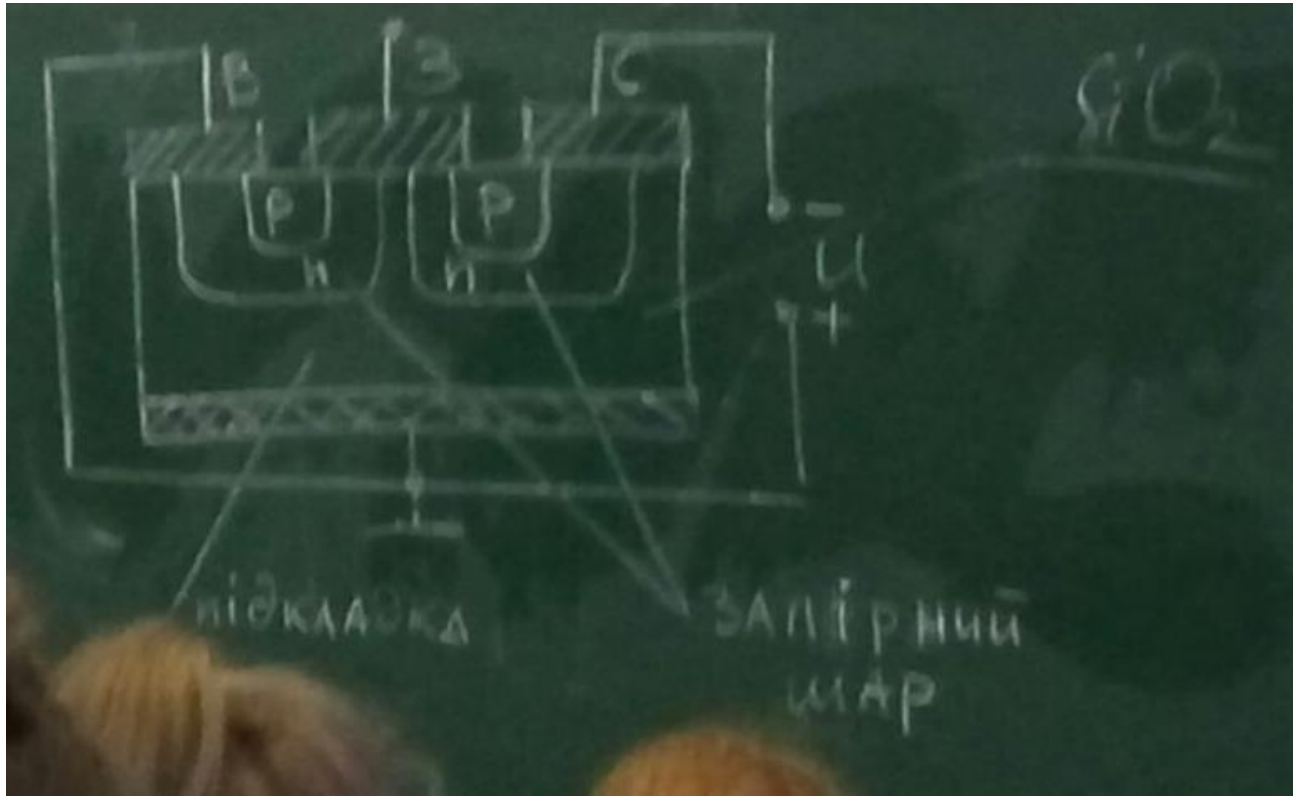
$$\delta = \sqrt{\frac{2\epsilon (U_k + U_3)}{q N_D}}$$

визначити:

$$W = a - 2\sqrt{\frac{2\epsilon (U_k + U_3)}{q N_D}}$$

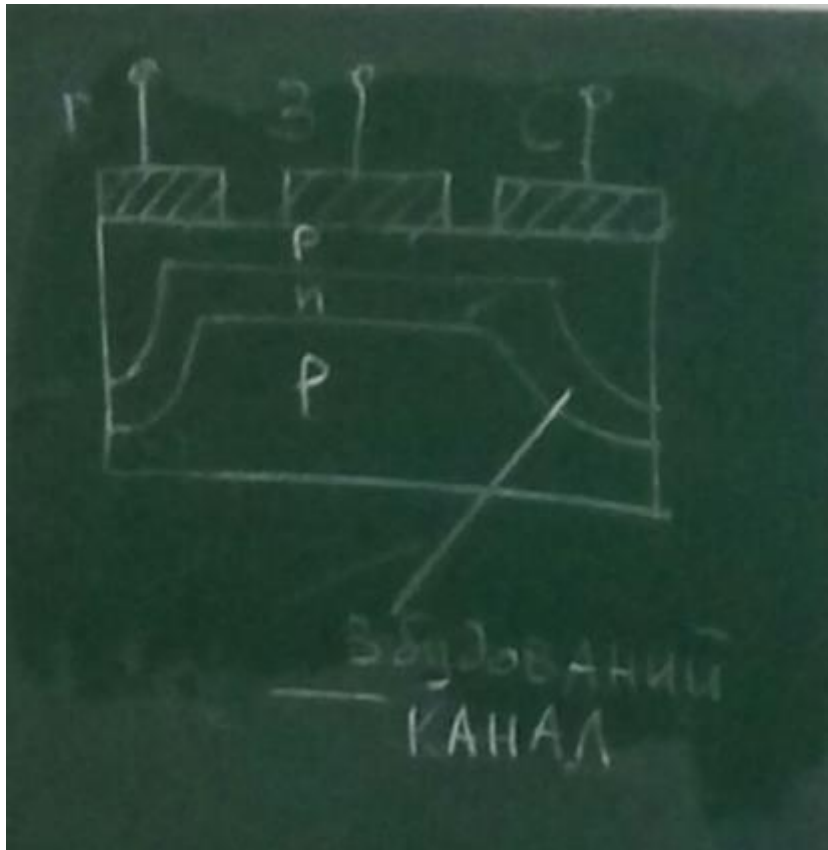
Енергія що необхідна для керування затвором:

Польовим транзистором з індукційованим каналом називається напівпровідниковий прибор в якому технологічно проведено канал.



Основою транзистора є кремнієва прокладка в якій методом дифузії створено дві області, що не мають між собою електричного з'єднання. Ці області відділені одна від іншої двома рп переходами. Якщо між стоком та витокм включити джерело напруги, то між рп з'явиться малий струм який буде зростати за рахунок інжектування не основних носіїв заряду. Зростання носіїв заряду призведе до розширення р областей і вони зіткнуться. Після цього між стоком і витокм почне протікати струм, керування силою струму можливо здійснювати шляхом прикдення до затвору потрібної напруги. Подальше зростання напруги може призвести до теплового пробію.

Польовий транзистор з вбудованим каналом, технологічно мають тонкий приповерхневий шар(канал) як в областях стоку і витоку.



Принцип дії: При прикладенні напруги до проміжку витік-стік вбудований канал почне розширюватись доки не зімкне витік і стік, таким чином між витоком і стоком становиться канал протікання струму. Керування перетином каналу здійснюється шляхом подачі на затвор керуючої напруги. Розширення вбудованого каналу називається режимом збагачення. Звуження каналу – режим збіднення.

Формули:

$$\begin{aligned}
 U &= \frac{d\gamma_c}{dU_3} \Big|_{U_{CB} = \text{const}} \\
 R_f &= \frac{dU_{CB}}{d\gamma_c} \Big|_{U_3 = \text{const}} \\
 K &= \frac{dU_{CB}}{dU_3} \Big|_{\gamma_c = \text{const}} = \mu
 \end{aligned}$$

Схема підсилювача на польовому транзисторі:

