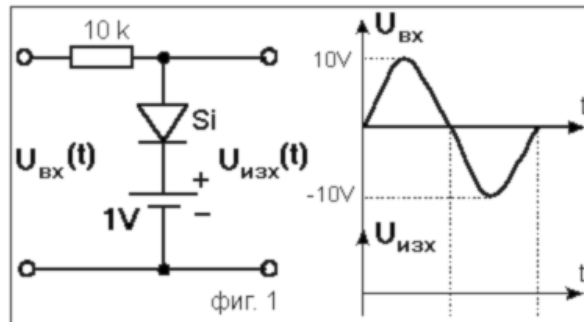


Полупроводникови диоди

1. Начертайте формата на изходния сигнал $U_{изх}(t)$ за схемата от **фиг.1**, при посочената форма на вх. сигнал $U_{вх}(t)$.



2. Начертайте полупроводников диод, поляризиран в права посока, и със стрелка обозначете посоката на протичащия през диода ток.

3. Коя компонента на тока (електронна или дупчеста) ще преобладава в PN преход при ниски нива на инжекция, ако е известно че $N_A \gg N_D$. Изразете коефициента на инжекция ? за този случай.

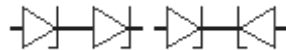
4. Големината на дифузия ток през PN преход зависи от:

- основните токоносители, преодоляващи потенциалната бариера;
- неосновните токоносители, преминаващи през прехода;
- приложеното напрежение
- температурата.

5. Напишете уравнението на волт-амперната характеристика на реален диод. Пояснете кои фактори отличават тази характеристика от идеалната при право включване на прехода.

6. Начертайте обратната волт-амперна характеристика на Si диод като поясните графично съставките на обратния ток за реален диод.

7. Начертайте резултантната V-A характеристика на два последователно и насрещно свързани ценови диода.



8. Дрейфовият ток в диода се формира:

- от основни токоносители, преодоляващи височината на потенциалната бариера;
- от неосновни токоносители, преминаващи прехода под действие на градиента на полето;
- при явлението инжекция;
- през диода протича само дифузионен ток.

9. Дефинирайте понятието *екстракция*.

10. Напишете уравнението на волт-амперната характеристика на идеализиран диод.

11. Как се изменя правото напрежение U_F на диода при увеличаване на температурата?

- а) увеличава се експоненциално;
- б) намалява линейно;
- в) не зависи от температурата.

12. Посочете факторите, влияещи върху волт-амперната характеристика на реален диод при обратно включване, като за всеки един посочите при кои диоди (*Si* или *Ge*) има преобладаващо влияние.

13. В обща координатна система начертайте волт-амперната характеристика на *Si* диод при право включване за две температури ($T_2 > T_1$). Дефинирайте температурния коефициент на напрежението и пояснете кои фактори го определят.

14. Дефинирайте понятието *диференциално съпротивление* на диода и пояснете графично как може да се определи от характеристиката на диода за дадена работна точка. (Работната точка да се зададе като се построи товарната права в полето на статичната волтамперна характеристика за диода.)

15. Определете еквивалентната статична волт-амперна характеристика за комбинацията от паралелно включен силициев диод и резистор със стойност 1 kW .

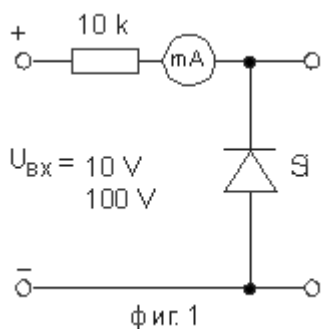
16. Начертайте волт-амперната характеристика на високоволтов ценеров диод за две температури ($T_2 > T_1$). Как може да се компенсира температурният коефициент на напрежението в областта на пробив?

17. Дифузионен капацитет: дефиниция; заряди, които го формират; кои фактори влияят върху големината му? При кое включване на диода оказва преобладаващо влияние?

18. В обща координатна система начертайте ВАХ на германиев и силициев диод (в права и обратна посока), като посочите числени стойности за напреженията по абсцисната ос.

19. Начертайте ВАХ на силициев диод (в права и обратна посока) при две различни температури $T_1 > T_2$.

20. Какво ще бъде показанието на амперметъра от фиг. 1 при посочените стойности на входното напрежение, ако диодът е от *Si* ?



21. Как се променя пробивното напрежение за ценеров диод с $U_z = 12\text{ V}$, при повишаване на температурата?

- а) расте, защото пробивът е тунелен;
- б) намалява, защото пробивът е тунелен;

- в) расте, защото пробивът е лавинен;
- г) намалява, защото пробивът е лавинен;
- д) не се променя.

22. При обратно включен PN преход :

- а) се увеличава токът от основни токоносители, преодоляващи височината на потенциалната бариера;
- б) се увеличава токът от неосновни токоносители, преминаващи под действие на градиента на полето;
- в) настъпва явлението екстракция;
- г) настъпва явлението инжекция;

23. Дефинирайте понятието *инжекция*. От какво зависи граничната неравновесна концентрация?

24. В полето на статичната волтамперна характеристика на диода начертайте товарната права и покажете как може да се определи графично диференциалното съпротивление на диода.

25. Избройте компонентите на обратния ток на реален диод, като за всеки един посочите при кой от диодите (*Si* или *Ge*) има преобладаващо влияние.

26. Начертайте малосигналната еквивалентна схема на диод.

27. Как се изменя пробивното напрежение за високоволтови ценерови диоди при нарастване на температурата?

- а) расте;
- б) намалява;
- в) не се изменя при промяна на температурата.

28. Начертайте времедиограмите при превключване от право в обратно свързване при работа на диода в импулсен режим. Върху графиката посочете, свързаните с това превключване импулсни параметри.

29. Какви свойства ще има контакт метал - N полупроводник ако отделителната работа на метала е по-малка от тази на полупроводника?

- а) изправящи ;
- б) неизправящи (омичен контакт);
- в) има по-добри импулсни стойства;
- г) има по-малък пад в права посока и по-малък обратен ток.

30. При право включен PN преход :

а) се увеличава токът от основни токоносители, преодоляващи височината на потенциалната бариера;

б) се увеличава токът от неосновни токоносители, преминаващи под действие на градиента на полето;

в) настъпва явлението екстракция;

г) настъпва явлението инжекция;

31. Коя компонента на тока (електронна или дупчеста) ще преобладава в PN преход при ниски нива на инжекция, ако е известно че концентрацията на донорите значително превишава тази на акцепторите. Изразете коефициента на инжекция за този случай.

32. Дефинирайте понятието *диференциално съпротивление* на диода и пояснете графично неговото изменение от режима и температурата.

33. Избройте факторите, влияещи върху волт-амперната характеристика на реален диод при право включване, като за всеки един посочите при каква големина на токовете има преобладаващо влияние.

34. В обща координатна система начертайте волт-амперната характеристика на Si диод за две температури ($T_2 > T_1$), включително в областта на пробив.

35. Когато диференциалното съпротивление в областта на пробив е по-малко, стабилизиращото действие на ценов диод е:

а) по-добро;

б) по-лошо;

в) не се изменя при промяна на диференциалното съпротивление.

36. Начертайте времедиаграмите при установяване на правото напрежение на диода при работа в импулсен режим.

37. Кои са предимствата на Шотки диод спрямо силициев ?

а) има по-малко време на живот на неосновните токоносители;

б) няма инжекция на неоснови токоносители;

в) няма дифузионен капацитет;

38. Дифузионният ток в диода се формира :

а) от основни токоносители, преодоляващи височината на потенциалната бариера;

б) от неосновни токоносители, преминаващи под действие на градиента на полето;

в) при явлението екстракция;

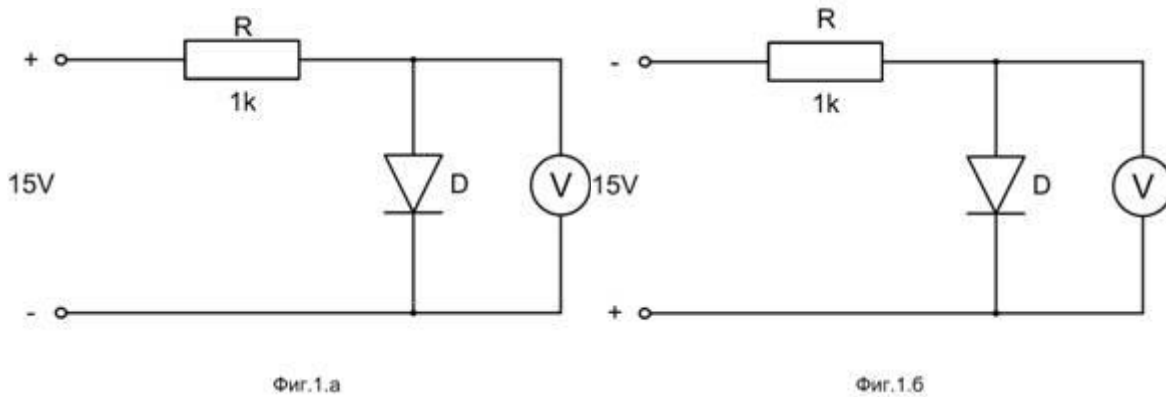
г) през диода не протича дифузионен ток, а само дрейфов.

39. Дефинирайте понятието *инжекция*. Изразете графично изменението на токоносителите като функция на координатата при ниски нива на инжекция.
40. Напишете уравнението на волт-амперната характеристика на реален диод.
41. Посочете факторите, влияещи върху волт-амперната характеристика на реален диод при право включване, като за всеки един посочите при каква големина на токовете има преобладаващо влияние.
42. В обща координатна система начертайте волт-амперната характеристика на *Ge* диод за две температури ($T_2 > T_1$), включително в областта на пробив.
43. Да се определи еквивалентната статична волт-амперна характеристика за комбинацията от последователно свързан силициев диод и резистор със стойност $1\text{k}\Omega$.
44. Начертайте волт-амперната характеристика на ценов диод, посочете основните му параметри и пояснете техния смисъл.
45. *Барьерен капацитет*: дефиниция; заряди, които го формират; кои фактори влияят върху големината му? При кое включване на диода оказва преобладаващо влияние?
46. Кой диод (силициев или *Шотки*) има по-добри импулсни свойства при една и съща площ на прехода?
- а) силициев, защото има по-малко време на живот на неосновните токоносители;
 - б) *Шотки*, защото няма инжекция на неоснови токоносители;
 - в) *Шотки*, защото няма дифузионен капацитет;
 - г) *Шотки*, защото има по-голямо време за разсейване на неосновните токоносители.
47. С какво се обяснява наличието на контактна потенциална разлика на прехода:
- а) с екстракция на токоносители;
 - б) с наличие на външен токоизточник;
 - в) с изменение структурата на кристалната решетка;
 - г) с наличие на двоен обмен заряд от двете страни на прехода;
 - д) с инжекция на токоносители през прехода.
48. В обща координатна система начертайте волт-амперните характеристики на *Si* и *Шотки* диод. Сравнете двата диода по U_F , I_R , C_D и коефициент на инжекция. (Използвайте знаци за неравенство $>$ и $<$).
49. Начертайте правата волт-амперна характеристика на *Si* диод като поясните графично съставките на тока за реален диод. Напишете уравнението за реален диод.
50. Начертайте резултантната V-A характеристика на два последователно и насрещно свързани *Ge* диода.

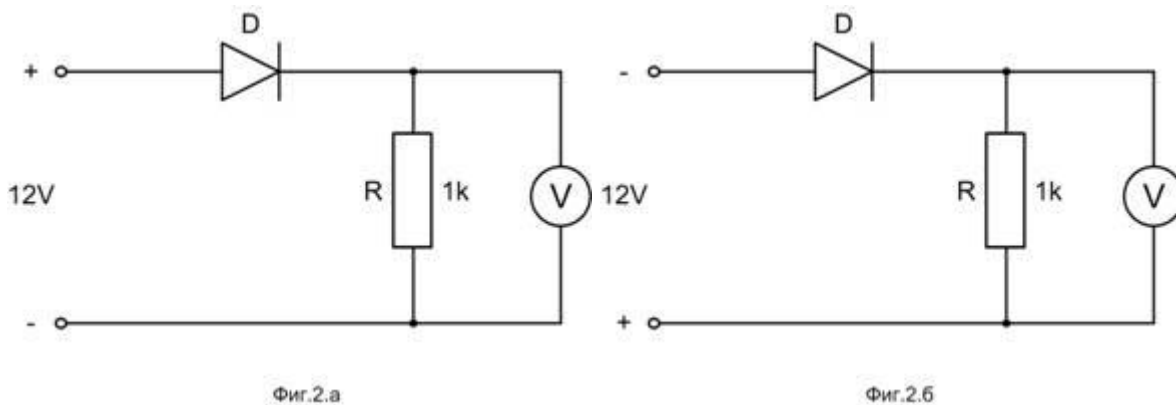
51. Кои процеси са определящи за импулсните свойства на диод при големи токове?

- а) натрупване и разсейване на токоносителите в базата;
- б) презареждане на бариерния капацитет;
- в) презареждане на дифузияния капацитет.

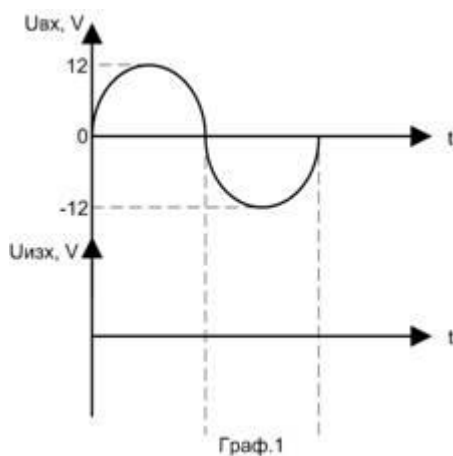
52. Какво ще е показанието на волтметъра на фиг.1а и фиг.1б, ако диодът е силициев, с PN преход ?

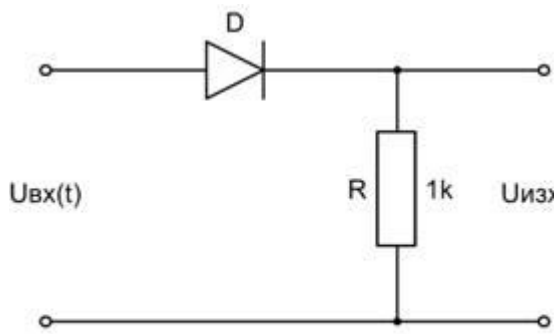


53. Какво ще е показанието на волтметъра на фиг.2а и фиг.2б, ако диодът е силициев, с PN преход ?

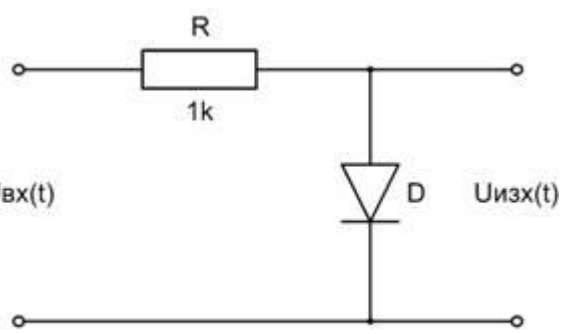


54. Начертайте изходния сигнал при посочената на граф.1 форма на входния сигнал за фиг.3, фиг.4, фиг.5 и фиг.6.

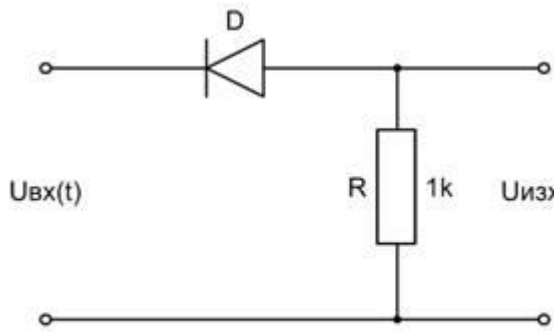




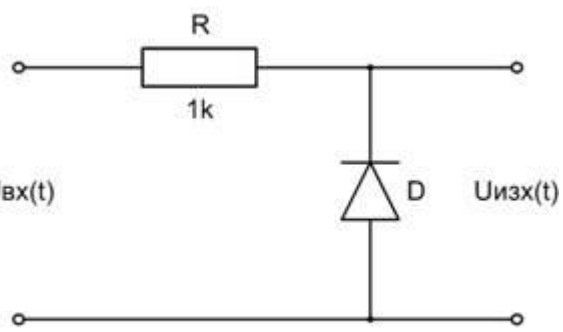
Фиг.3



Фиг.4

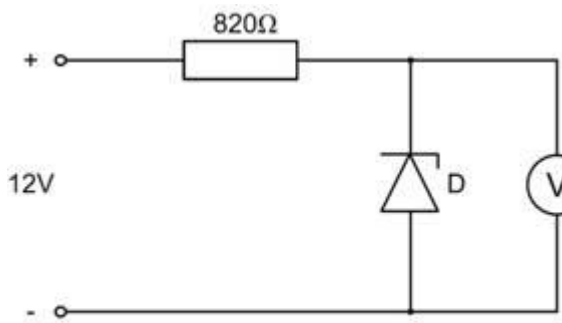


Фиг.5

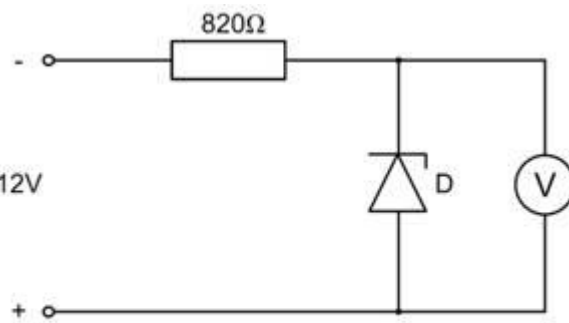


Фиг.6

55. Определете показанията на волтметра от фиг.7а и фиг.7б, ако $U_Z = 5.6V$

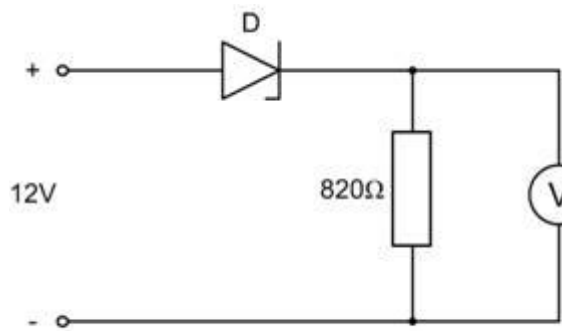


Фиг.7.а

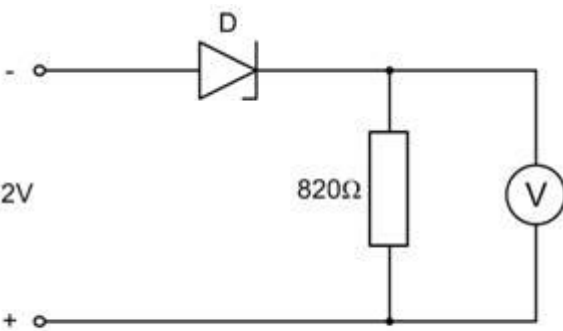


Фиг.7.б

56. Определете показанията на волтметра от фиг.8а и фиг.8б, ако $U_Z = 5,6V$.

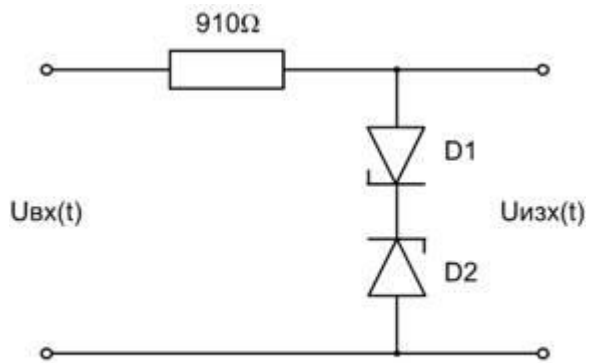
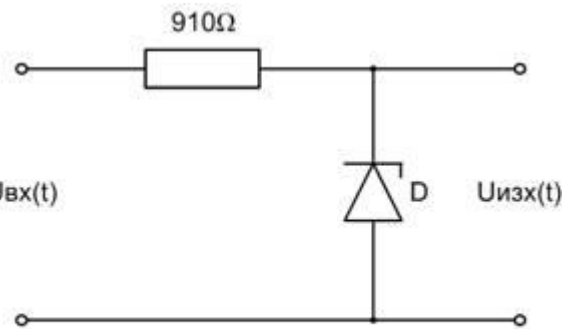
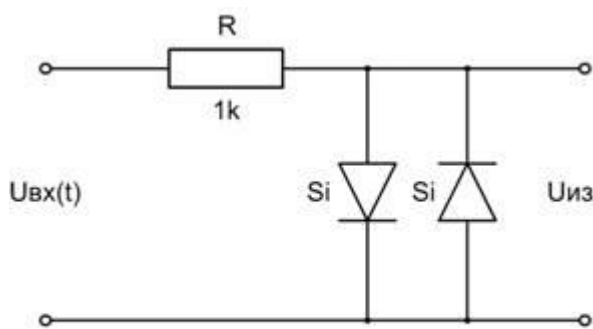
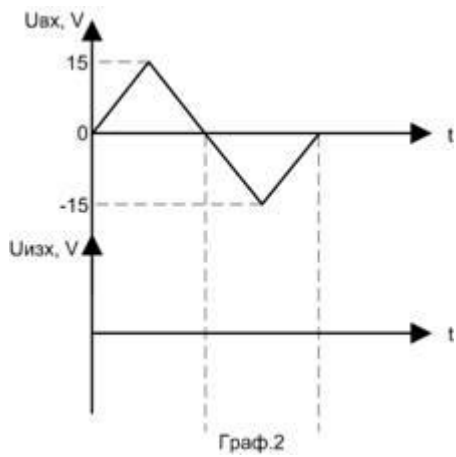


Фиг.8.а



Фиг.8.б

57. Начертайте изходният сигнал на фиг.9, фиг.10 и фиг.11, при посочената на граф.2 форма на входния сигнал.



58. Ценеров диод е свързан по посочената на фиг.14 схема. Да се определят допустимите стойности за токоограничаващия резистор R, ако: $E=15V \pm 10\%$, $U_z=10V$, $R_T=(1 \div 10)k\Omega$, $I_{z_{min}}=3mA$ и $I_{z_{max}}=30mA$.

