

Hoofstuk 14 – Halfgeleiers en die Diode

Halfgeleiers is materiale waarin die buite elektrone meer dig gebind is aan die nukleus as in die geval van geleiers, maar minder dig gebind as in die geval van isolators, maar as dit verwarm word, die bykomende energie van die elektrone laat die buiter elektrone wegbreek van die nukleus, en 'n stroom toelaat om te vloei indien 'n elektriese potensiaal aangewend word.

Die halfgeleiers wat meestal in elektroniese eenhede gebruik word is silikon en germanium. Silikonatome het 14 elektrone wat in drie lae gerangskik is. Die eerste binne laag het 2 elektrone, die tweede laag het 8 elektrone en die buite laag het 4 elektrone. Dit is die elektrone in die buite laag wat net matig aan die nukleus gebind is. Silikonatome vorm normaalweg 'n kristalrooster met ander silikonatome en waar elke atoom een van sy buite elektrone met 'n ander atoom in die rooster deel.

Wanneer silikon gebruik word om elektroniese komponente te vervaardig word dit eers verwerk om dit baie suiwer te maak en klein hoeveelhede van ander materiaal bygevoeg word. Hierdie proses is bekend as “doping”.

N-Tipe Halfgeleiers

Gestel 'n baie klein hoeveelheid materiaal met 5 elektrone in sy buite mantel soos fosfor of arseen word bygevoeg by baie suiwer gesmelte silikon en die mengsel dan afkoel en te kristalliseer. Die silikonatome sal hulle normale kristal strukture vorm, met elke atoom wat een elektron met elk van sy buur atome deel. Die kleiner getalle fosfor of arseen atome sal gedwonge in die struktuur inpas dus, sal elk van sy buite elektrone met die vier buur silikonatome saamvoeg. Omdat fosfor of arseenatome egter vyf buite elektrone het sal een elektron oorbly wat nie in die kristalstruktuur sal bind nie. Dit laat hierdie elektron vry om in die kristalrooster rond te beweeg en as 'n gelaai draer te dien, en 'n elektriese stroom te laat vloei indien 'n potensiaal aangewend word.

So sal silikon op hierdie wyse 'n elektriese geleier word teen kamertemperatuur weens die vry gelaai draers. Omdat die gelaai draers negatief gelaai elektrone is, word dit 'n N-tipe halfgeleier genoem waar die N negatief aandui.

P-Tipe Halfgeleiers

Gestel ons voeg nou 'n klein hoeveelheid materiaal soos boron of aluminium met net 3 buite elektrone by die suiwer gesmelte silikon en dan afkoel om 'n kristalrooster te vorm. Weereens sal die silikonatome hulle normale kristalrooster vorm, met elke atoom wat een elektron met elk van die vier buite-atome deel. Die kleiner getalle fosfor of arseen atome sal gedwonge in die struktuur inpas, dus sal elk van sy buite elektrone met die vier buur silikonatome saamvoeg.. Omdat boron- en aluminiumatome egter net drie buite elektrone het sal een van sy bure sonder 'n deelelektron wees. Dit laat 'n opening in die kristalrooster waar 'n elektron behoort te wees, Indien 'n elektriese potensiaal oor die materiaal aangewend word, sal die elektrone deur die positiewe terminaal aangetrek word en deur die negatiewe terminaal weggestoot word. Meeste van die elektrone sal egter nie kan beweeg nie omdat hulle heggebind is aan die roosterstruktuur. Die elektron wat egter aan die negatiewe potensiaal kant van die opening is, kan beweeg – dit kan na die plek in die kristalrooster waar een elektron ontbreek beweeg, wat dan sy eie plek in die kristalrooster leeg laat. 'n Ander elektron kan die leë plek vul, wat sy eie plek leeg laat, en so aan. Op hierdie wyse kan die “opening” oor die rooster beweeg, hoewel dit eintlik elektrone is wat beweeg. Omdat die “opening” 'n

afwesigheid van van 'n negatiewe gelaaiete elektron is, gedra dit soos 'n positiewe lading wat vry is om, om die kristalrooster te beweeg.

Byvoorbeeld as 'n potensiale verskil aangewend word, sal openinge van die positiewe terminaal na die negatiewe terminaal beweeg. Op hierdie wyse kan openinge dien as gelaaiete draers en omdat hulle soos positiewe gelaaiete draers gedra, word halfgeleiers wat so gemeng is, word P-tipe halfgeleiers genoem.

Die Voegvlakdiode

Gestel nou dat 'n stukkie P-tipe halfgeleier met 'n stukkie N-tipe halfgeleier kontak maak word dit 'n P-N voegvlak genoem.

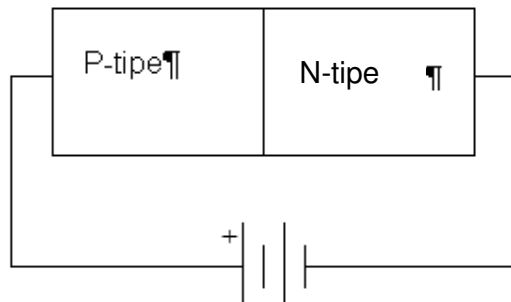
Aangesien die N-tipe materiaal etlike vry elektrone het, kan sommige oor die grens beweeg en sommige openinge in die roosterstruktuur van die P-tipe materiaal vul. Dit laat die P-tipe materiaal negatief gelaai terwyl die N-tipe materiaal positief gelaai word. Die proses sal ophou sodra die potensiale verskil tussen die P-tipe en N-tipe materiaal voldoende is om enige verdere elektron beweging oor die grens te verhoed.

Onthou dat die P en N tipe materiale nie positief en negatief aan die begin gelaai was nie. Hulle was albei neutraal omdat die "ekstra" elektrone in die N-tipe materiaal deur die bykomende positiewe ladings in die neuklusse van die fosfor of arseen atome wat gebruik was vir die mengproses, gebalanseer was.

Insgelyks, die ontbreking van elektrone in die P-tipe materiaal word presies gebalanseer deur die kleiner positiewe lading op die nukleusse van die boron of aluminium atome.

Dit vorm 'n baie dun laagie wat die *sperlaag* of *sperstreek* genoem by die voegvlak tussen die P-tipe en N-tipe materiale waar geen of min vry gelaaiete draers is want die vry elektrone van die N-tipe materiaal was almal gebruik om die openinge op die P-tipe kant van die voegvlak te vul. Die sperlaag is gewoonlik baie dun, ongeveer 0.001mm.

Gestel ons plaas nou 'n potensiale verskil oor die voegvlak, met die positiewe terminaal verbind aan die P-tipe materiaal en die negatiewe terminaal aan die negatiewe N-tipe materiaal.

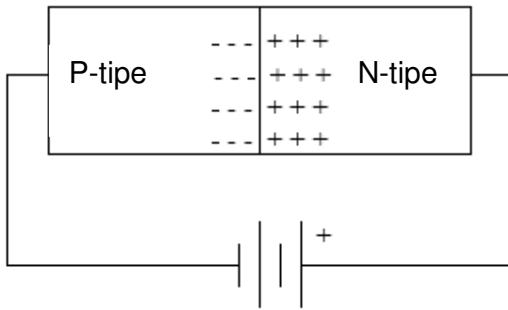


'n Voorwaarts-voorgespande P-N voegvlak

Die battery sal effektiewelik elektrone in die N-tipe materiaal "pomp" en na die sperlaag. Insgelyks sal die positiewe potensiaal aangewend aan die P-tipe materiaal elektrone aantrek weg van die sperlaag.

Die gevolg is dat daar nou gelaaiete draers in die sperlaag sal wees – elektrone in die N-tipe materiaal en openinge in die P-tipe materiaal – en so sal 'n stroom dan vloei. 'n Ander maniere om daarna te kyk is dat die sperlaag geneutraliseer is deur die aanwending van 'n potensiale verskil oor die voorwaartse voorgespande voegvlak.

Om hierdie stroom te laat vloei moet voldoende potensiale verskil wees om die potensiale verskil wat oor die voegvlak bestaan het tussen die N-tipe en P-tipe materiale weens die beweging van elektrone van die N-tipe materiaal na die P-tipe materiaal toe die sperlaag gevorm was. Hierdie spanning word die “voorwaartse voorspanning” genoem en is tipies tussen 0.5 V en 0.8 V in silikon P-N voegvlakke en ongeveer 0.1V tot 0.2 V vir germanium voegvlakke. Indien die potensiaal verskil aangewend laer as dit is, sal die elektrone na die sperlaag aan die N-tipe kant geforseer word nie, of dit van die P-tipe verwyder nie, dus sal die sperlaag steeds geen vry gelaai draers hê nie en geen stroom sal vloei nie. Laat ons nou sien wat gebeur as ons die potensiaal andersom verbind, met die positiewe terminaal verbind aan die N-tipe materiaal en die negatiewe terminaal verbind aan die P-tipe materiaal.



Omgekeerde voorgespande P-N voegvlak

Die effek van die aangewende potensiaal is om meer elektrone in die P-tipe materiaal in te forseer, wat dit meer negatief maak en elektrone van die N-tipe materiaal te verwyder wat dit meer positief maak. Die gevolg is dat meer openinge in die P-tipe materiaal is wat gevul is deur die bykomende elektrone en meer van die vry elektrone verwyder is van die N-tipe materiaal, wat die diepte van die sperlaag vergroot en verhoog die potensiale verskil oor die voegvlak totdat dit gelyk is aan die potensiale verskil wat oor die voegvlak aangewend is. Dus na 'n baie kort aanvanklike stroomvloei geen verdere stroom sal vloei nie behalwe 'n baie klein stroom bekend as omgekeerde lek- stroom. Van ongeveer 1 μ A. Dit is bekend as “omgekeerde voorgespande” voegvlak.

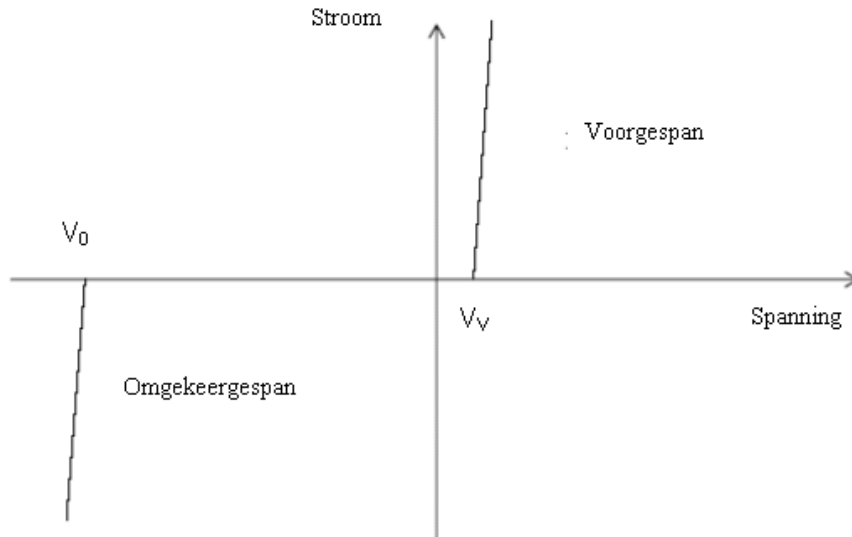
Die eenheid wat ons beskryf het gesien uit 'n fisiese oogpunt word die *voegvlak diode* genoem, in die algemeen *diode* genoem. Die kringsimbool verskyn hieronder.



Die twee terminale van die diode word die “anode” en “katode” genoem en dit sal 'n stroom te laat vloei as die anode 0,5 tot 0.8 V meer positief as die katode is, genoem die voorwaartse voorspanning. Die stroom vloei in die rigting van die pyl, d.i. van links na regs.

As die diode omgekeerd voorgespan is, sal net 'n klein stroom genaamd omgekeerde lekstroom vloei. Maar as jy 'n spanning hoog genoeg oor die omgekeerde voorgespande voegvlak aanwend sal die sperlaag deurbreek en sal 'n stroom vloei.

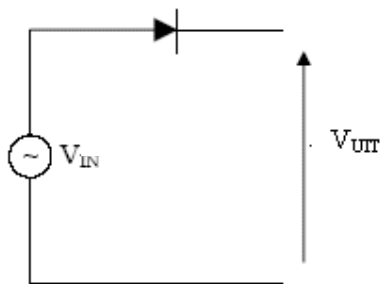
In meeste diodes egter (die Zener diode uitgesluit) sal dit die diode permanent beskadig. Die grafiek hieronder toon die spanning oor die diode teenoor die stroom wat in die diode vloei.



Wanneer die diode voorgespan is geen stroom sal vloei totdat die spanning aangewend die voorwaartse voorspanning V_v oorskrei. As die spanning V_v oorskrei, styg die stroom baie vinnig met min verandering in die spanning oor die diode. Daarom kan aanvaar word dat die voorwaartse voorspanning van die diode altyd V_v is.

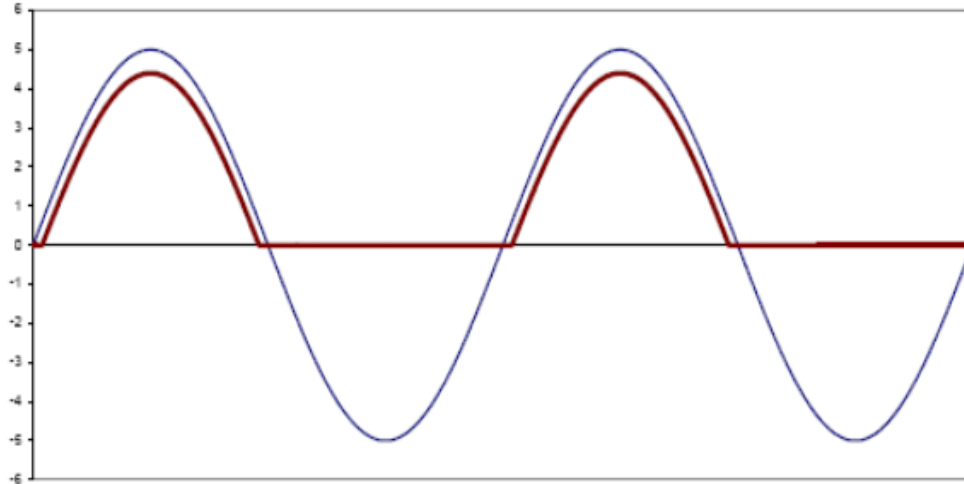
Die Halfgolf-gelykrichter

Diodes word in die algemeen gebruik as gelykrichters om wisselspanning (WS) na gelykspanning om te skakel. Byvoorbeeld die kring hieronder is 'n halfgolf-gelykrichter.



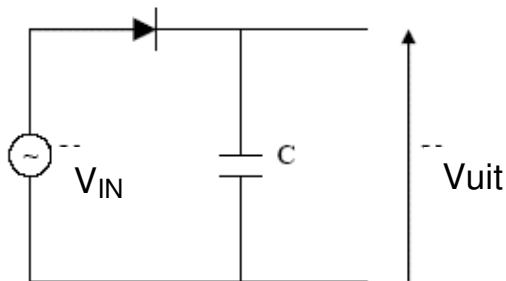
Omgekeer-voorgespan

Die grafiek hieronder toon die inset- en uitsetspannings vir 'n halfgolf-gelykrichter.



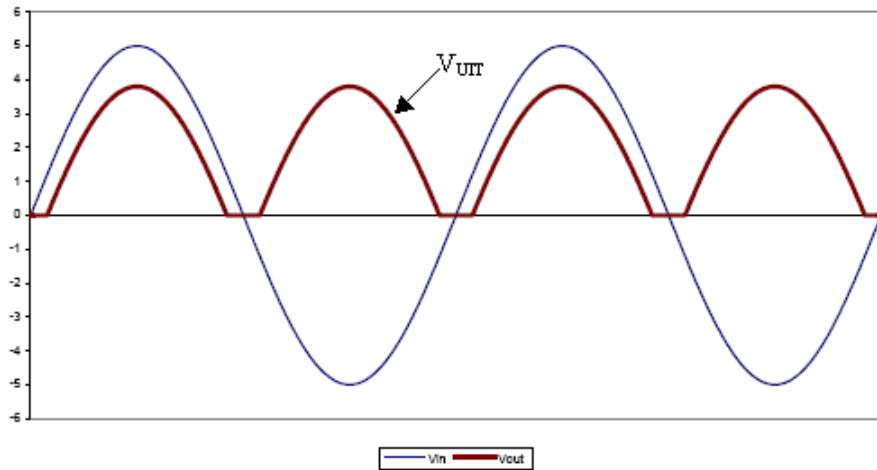
Inset-en uitsetspanning van 'n halfgolf gelykrichter

Die uitsetspanning volg die insetspanning getrou gedurende die positiewe halfperiodes, maar bietjie minder as die insetspanning weens die voorwaartse voorspanning (o.6) oor die diode. Gedurende die negatiewe halfsikus gelei die diode nie en die uitsetspanning is nul. Die uitsetspanning kan nie beskou word as GS (gelykspanning) nie omdat dit steeds periodies wissel. Dit kan egter oorbrug word met 'n *afvlakkingkapsitor*.



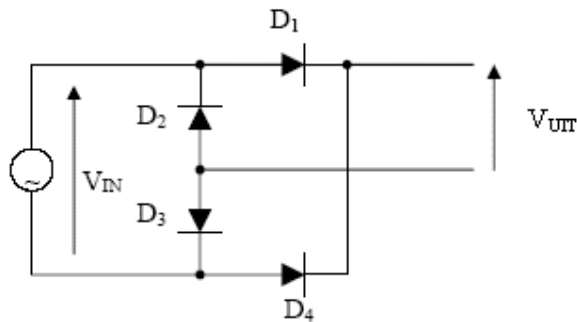
Die "afvlakings-kapasitor" C sal gedurende die positiewe siklus "laai" en dan ontlai in die "las" (nie aangedui nie) gedurende die negatiewe siklus wat 'n relatiewe konstant GS oor die sal veroorsaak. Daar sal egter tekens van die oorspronklike WS op die GS afvoer teenwoordig wees, genaamd "rimpel" wat 'n bromgeluid in oudioverterkers hoorbaar maak. In 'n halfgolf-gelykrichter sal die rimpel dieselfde frekwensie as die WS wees. Die kapasitor vorm 'n soort laederlaat-filter want dit laat die WS komponent van die spanning deur terwyl die GS gedeelte na die as deur gelaat word.

Die volgolf-gelykrichter



Inset- en uitsetspanning van 'n volfgolykrichter

Die volfgolykrichter lewer spanning gedurende die positiewe en negatiewe gedeelte van die sinusgolf. Die volfgolykrichter is beter in hierdie opsig soos die grafiek hierbo aandui..



As V_{IN} positief is, sal D_1 en D_3 gelei, dus sal V_{OUT} positief wees. As V_{IN} negatief is sal D_2 en D_4 gelei sodat V_{OUT} steeds positief sal wees. Die kring word 'n volfgolykrichterkring genoem en die grafiek hieronder dui die inset en uitset spanning aan.

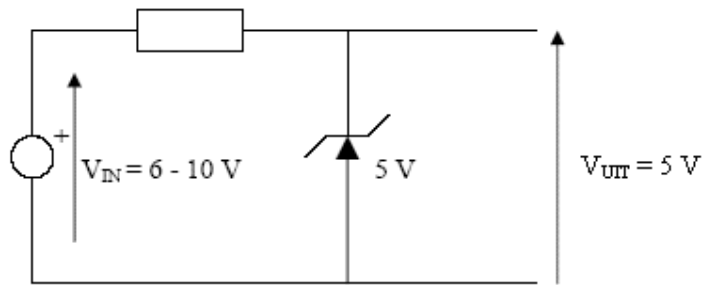
Die uitsetspanning is nou positief gedurende die positiewe en negatiewe halfsikus van die insetspanning. Merk dat daar nou 1.2 volt spanningsval in die kring agv die twee diodes met .6 volt voorwaartse spanning oor elk van die twee diodes.. Let op dat die rimpel frekwensie nou twee maal die insetfrekwensie is.

Die rimpel teenwoordig kan baie verlaag word deur gebruik van 'n kapasitor en induktor wat 'n laedeurlaat-filter vorm

Die Zener Diode

In meeste diodes mag die tru-deurbreekspanning nie oorskry word nie Anders sal die diode permanent beskadig word. 'n Spesifieke tipe diode, die *Zener diode*, word vervaardig sodat die tru-deurbreekspanning veilig oorskry kan word. Zener diodes word so vervaardig dat die tru-deurbreekspanning, ook bekend as die *Zener spanning* (V_Z) gespesifiseer word en versigtig beheer word. Zener diodes is beskikbaar met Zener spanning van 2 V tot 100 V. Zener diodes word meestal gebruik as spannings-reguleerders. Die kringdiagram hieronder is

'n voorbeeld daarvan.



+

Dit toon and insetspanning in die bereik van 6V tot 10V wat aangewend word as tru-spanning wat and spanning van 5V uitset lewer via and weerstand. Die doel van die weerstand is om die stroom deur die Zenerdiode te beperk om te verhoed dat dit nie beskadig word nie. .Kyk hoe lyk die Zener diode simbool in die kring.

As die uitsetspanning bokant 5V styg gelei die zener sterk selfs as dit tru-gespan is. Die stroomvloei deur die weerstand veroorsaak 'n spanningsval oor die weerstand en verminder die spanning totdat dit naby 5V is.. Op hierdie wyse sal die kring redelik die uitsetspanning naby 5V handhaaf ongeag die insetspanning of die stroom getrek deur die las. Op hierdie wyse werk die zenerdiode as 'n spanningsreguleerder ongeag die fluksiasies van die insetspanning en die lastroom .

Die Varikap-diode (Reëlbarekapasitansie-diode)

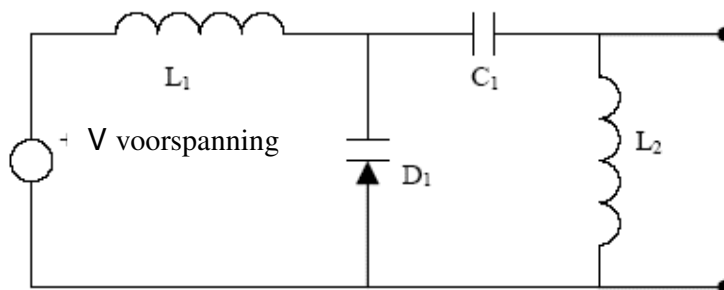
Ons sal die term “varikap” gebruik.

Dink terug hoe die tru-gespande P-N voegvlak saamgestel is , Dit bestaan uit twee geleidende materiale wat geskei is met 'n baie dun lagie nie-geleidende materiaal. (sperlagie)

Dit is baie dieselfde as die beskrywing van 'n kapasitor.: twee geleidende plate geskei deur 'n dun lagie insulasie materiaal. Alle tru-gespande diodes gedra hulle in 'n sekere mate soos kapasitors. Meeste diodes word vervaardig om minimum kapasitansie effek te hê behalwe by baie hoë frekwensies..

Sommige diodes word egter ontwerp om die kapasitansie effek te verhoog en word beheer deur die tru-spanning wat aangewend word.. Onthou hoe groter die tru-spanning hoe groter word die sperlaag.. Dit is gelykstaande aan die twee plate van die kapasitor wat verder van mekaar verwyder word en dus die kapasitansie verminder.

'n Tipiese kring word hieronder aangedui.:



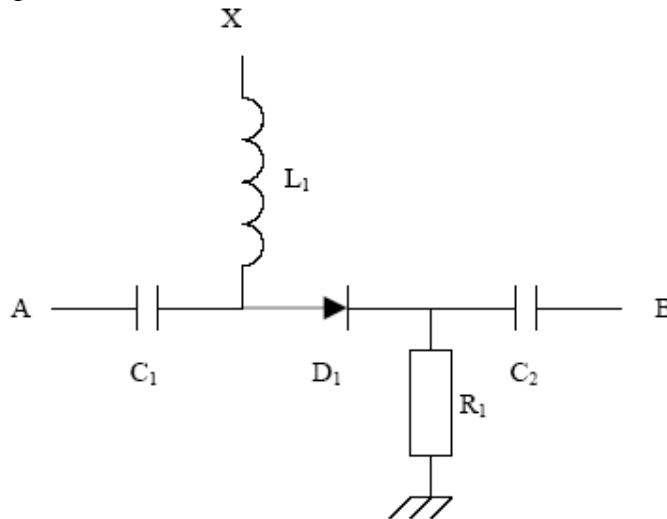
Die kring-simbool vir 'n varikap lyk soos 'n samestelling van 'n diode en kapasitor.

In hierdie kring word 'n GS voorspanning gebruik om 'n tru-spanning by die varikap aan te wend. Soos die voorspanning verander, so verander die kapasitansiie.vanD1 en dus verander die resonante frekwensie van die parallel gestemde kring , bestaande uit C1, L2 en D1. Let op dat die parallelle gestemde kring bestaan uit C1 in serie met varikap D1 en dat C1 verhoed dat

die GS voorspanning deur L2 kortgesluit word. Sulke kringe word dikwels gebruik om die frekwensie van ossillators te verander met verandering van die spanning aangewend.

Diodes as skakelaars.

Diodes word dikwels as skakelaars in radio-frekwensiekringe gebruik soos hieronder aangedui/



Veronderstel 'n WS word by punt A aangewend, sal dit nie punt P bereik nie weens die diode wat die WS sal verhinder om deur te vloei. As 'n positiewe spanning by punt A aangewend word vloei stroom deur L1, D1 en die weerstand R1 na aarde. Die diode D1 is dus positief voorgespan en sal seine deurlaat. Dus seine by A ingevoer vloei deur C1, D1, en C2 na punt B.

Solank as die sein ingevoer by punt A heelwat kleiner is as die beheerspanning aangewend by punt X, sal die sein nie gelykgerig word nie omdat die diode voorgespan is, selfs gedurende die negatiewe pieke van die sein.

Veronderstel 'n negatiewe spanning word by punt X aangewend Diode D1 is nou omgekeerd voorgespan en sal nie stroom gelei nie. Solank die ingevoerde sein by punt A aansienlik kleiner is as die beheerspanning by punt X sal die diode D1 alle seine blok.

Die rol van L1 is om 'n hoë induktiewe reaktansie te vorm teen seinfrekwensies sodat dit nie deur die spoel wegdreineer nie. .

Diodes word in baie moderne mikro-prosesseerders beheerde send/ontvangers gebruik. Mikro-prosesseerders ontwikkel verskillende spannings wat aangewend kan word om diodes aan te skakel veral in RF kringe. Die beste tipe diode vir hierdie doel is PIN diodes wat 'n baie lae weerstand het wanneer dit voorgespan word en hoë weerstand as dit tru-gespan is en besit baie lae kapasiteit. en sein e nie deurlaat nie.

Opsomming

Suiwer half-geleiers gelei nie stroom nie, maar as 'n klein hoeveelheid onsuiverhede bygevoeg word dan sal hulle gelei. Wanneer N-tipe en P-tipe half-geleiers in kontak met mekaar gebring word, word 'n sperlagie gevorm.

As die P-tipe materiaal positief met verwysing tot die N-tipe materiaal gemaak word sal stroom vloei sodra die potensiaal die voorwaartse voorspanning die samestelling oorskrei, wat

tipies 0.6V is vir silikon eenhede. As die voegvlak tru-voorgespan word sal geen stroom vloei.

Die P-N voegvlak word geruik om 'n elektroniese eenheid te maak genaamd voegvlak-diode.

Die diode het twee aansluitpunte: die anode wat aan die positiewe potensiaal verbind word en die ander een is die katode wat aan die negatiewe potensiaal verbind word. As die anode positief met verwysing tot die katode met 0.6V of meer gemaak word sal stroom deur die diode vloei. Diodes word gewoonlik as gelykrygters gebruik. In halfgolf-gelykrygters gelei die diode net gedurende die positiewe half-siklus wat 'n redelike rimpel veroorsaak, In volgolf-gelykrygter word beide die positiewe en negatiewe half-siklus gelykgerig met 'n baie kleiner rimpel by die uitset.

Zener diode word tru voorgespan en as die spanning 'n sekere waarde oorskrei en sal dit behou en word dus gebruik as 'n spanningreguleerder. Varikap diodes besit kapasitiewe eienskap wat verminder namate die tru-voorspanning verhoog word. PIN diodes word gebruik as skakelaars in radiofrekwensie kringe.

Hersieningsvrae

1 Die voorwaartse voorgespande voegvlak sal:

- stroomvloei deur die voegvlak deurlaat.
- Blokkeer strook vloei..
- Besit 'n hoë weerstand.
- Vertoon 'n zener diode funksie.

2 In 'n silikondiode verwys die spanning van 0.6 Volt na::

- Die deurbreek spanning.
- Die voorwaartse voorspanning.
- Die zener-spanning.
- Die afsny-spanning.

3 Watter van die volgende komponente is bedoel om in die tru-spanning toestand gebruik te word.?

- 'n Gelykrygter-diode.
- 'n Zener-diode.
- 'n Gepolariseerde kapasitor..
- 'n Weerstand

4 Die term V_z word gewoonlik gebruik om een van die volgende te beskryf :

- Die zener-diode geregleerde spanning..
- Die zener-diode impedansie.
- Die voorwaartse spanning aangewend aan 'n diode..
- Die piekspanning van 'n gelykgerigte golfvorm..

5 Deur net wisselstroom in een rigting te laat vloei kan 'n diode gebruik word as::

- 'n Verswakker.
- 'n Versterker..
- 'n Gelykrygter..
- 'n Smeltdraad.

6 Zener-diodes word gebruik om::

- Ossillasies te begin.
- Seine weg te wys.
- Modulasie te verwerk
- Reguleer 'n GS spanning bron..

7 Watter funksie vervul 'n volgolf-gelykrichterbrug?

- a. Versterking.
- b. Koppeling.
- c. Gelykrichting.
- d. Isolasië..

8 'n Kring wat net die helfte van 'n WS golfvorm deurlaat word genoem::

- a. 'n Reguleerder..
- b. 'n Brugkringt.
- c. 'n Verswakker
- d. 'n Halfgolf-gelykrichter.