

30
CENT



DIODES



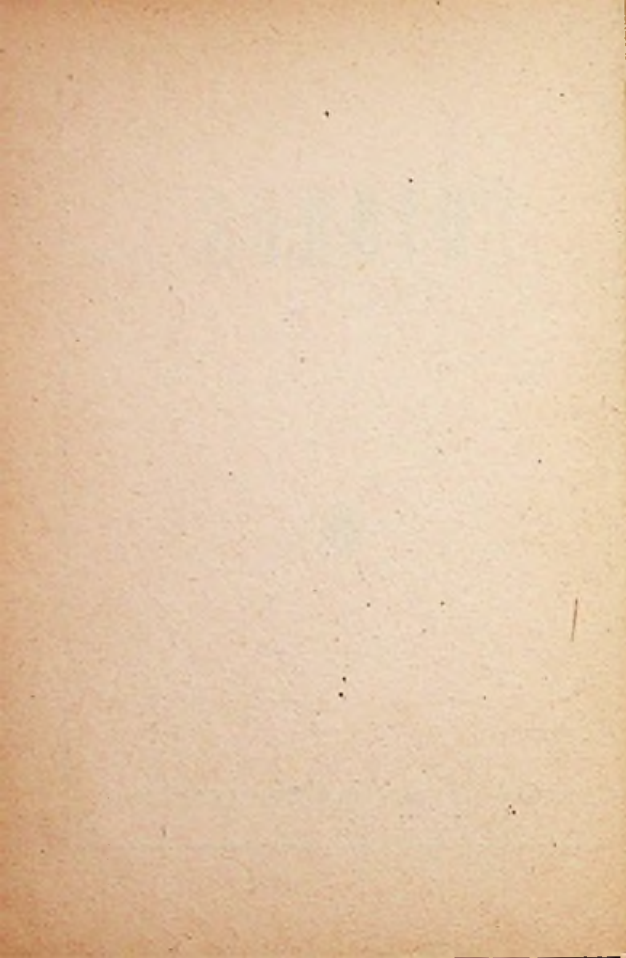
JUNIOR ELECTRONICA Nr 7



DIODES



JUNIOR ELECTRONICA SERIE No.7



Inleiding

Het is nauwelijks 50 jaar geleden dat Marconi zijn eerste proeven voor radio-ontvangst deed en in deze korte tijd heeft de electronentechniek revolutionaire vorderingen gemaakt. Even opzienbarend als de vinding was van de electronenbuis, nog verrassender zijn de resultaten van het onderzoek der laatste jaren: een teruggrijpen naar het aloude kristal. De voornaamste reden hiervoor was wel, dat de electronenbuis te kort ging schieten. Bij de zeer korte golven, waarop tegenwoordig muziek en spraak de aether worden ingeslingerd, kwam namelijk tot uiting, dat de buis door de afstanden, die er bestaan tusschen gloeidraad, rooster en plaat, niet meer voldeed.

Hoe hoger de frequentie (het aantal trillingen per seconde) wordt, des te lastiger wordt het een buis te fabriceren, die ze zonder veranderingen (vervorming) verwerkt.

En toen dacht men terug aan het kristal, dat hierin

juist voordelen vood. Doch de bekende kristal-detector (met het zoekveertje) had een groot na-deel. Een ieder, die al eens een kristal-ontvanger hiermede gebouwd heeft, is er mee bekend: het zoeken naar een geleidend stukje op het opper-vlak van het kristal. Bovendien moest uit vele kris-tallen de goede worden uitgezocht, omdat slechts enkele stukjes van het oppervlak bruikbaar waren. (Vandaar dan ook het tastpennetje in de detector). Daarmede zou de kous af geweest zijn en het kris-tal zou nog slechts een voor beginnersexperimenten te gebruiken onderdeel zijn gebleven, als niet tij-dens de laatste wereldoorlog nieuwe ontdekkin-gen waren gedaan, waaruit het germanium kristal resulteerde.

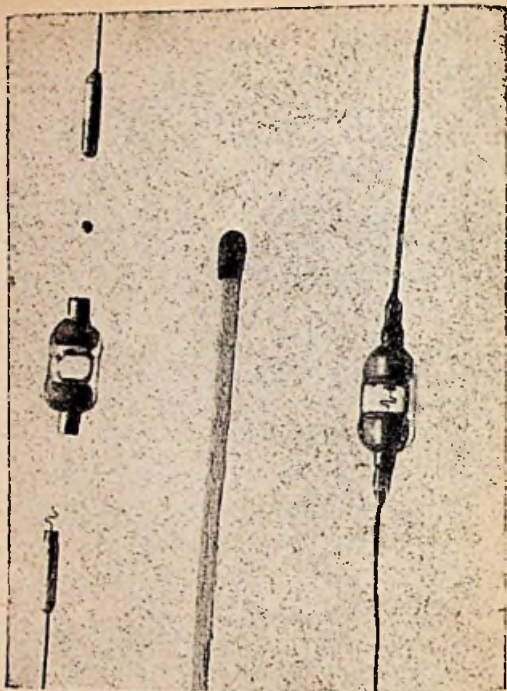
Werking

Elke kristal-soort heeft de eigenschap om naar de ene zijde meer stroom door te laten dan naar de andere. We kunnen ook zeggen, dat kristal een gelijkrichtende werking heeft. Dit is ook het geval met germanium-kristal. Om hierop nader in te gaan zullen we de atoom-theorie ter hand moeten gaan nemen.

Zoals bekend bestaat elke stof, die wij kennen, zowel het papier, waarvan wij lezen, als de auto, die toevallig voorbijraast, uit moleculen. Deze moleculen zijn weer opgebouwd uit atomen met een atoomkern en een aantal eromheen zwevende electronen.

De uit verschillende atomen samengestelde moleculen bepalen de stof, doch er zijn ook stoffen, die uit steeds dezelfde atomen zijn samengesteld. Watermoleculen bestaan uit een samenstelling van twee waterstof- en een zuurstof-atoom.

Er zijn zeer ingewikkelde samenstellingen van zulke



**Bij de foto: Links: de delen van een germanium-
diodo; Midden: ter vergelijking der grootte een
lucifer; Rechts: de volledige diodo:**

atomen, doch van de enkelvoudige stoffen zijn er in ons dagelijks leven toch ook bekend: zwavel, ijzer, koper, **germanium**, etc. Maar ter zake: een atoom bestaat dus uit een kern met er omheen (in ovale baan) cirkelende electronen.

Electronen hebben een negatieve lading en de kern heeft zoveel positieve lading, dat zijn lading gelijk is aan de totale lading van de er omheen cirkelende electronen. Hierdoor is het atoom zelf (kern + electronen), dus eigenlijk neutraal.

ATOMEN ZIJN ZEER KLEIN

De lezer dient niet te veronderstellen, dat hij b.v. een germanium atoom zal kunnen zien: in een kubus van 1 mm³ bevinden zich namelijk zeer vele van dergelijke atomen, en wel 15 met achttien nullen erachter (15 trillioen).

Het ideale germanium, dat door geen andere stof is „verontreinigd“ zal een volledige isolator zijn. Waarom? Wel, dan dienen we ons te bezinnen wat elektrische stroom eigenlijk is. Als we in de ene zijde van een koperen draad een negatieve lading aan een aantal electronen „inspuiten“, zal het lijken, alsof dezelfde electronen er aan de andere zijde uitkomen. Doch in werkelijkheid zal een „in-

gespoten" electron zich in een koperatoom dringen en een ander electron wegsturen. Dit gaat dan naar een volgend atoom, waar hetzelfde gebeurt en zo gaat het door tot het einde van de draad is bereikt en het electron er aan die kant kan worden „uitgehaald". Dit gaat bij koper nogal gemakkelijk, omdat hier de atomen nogal los om de kern gekoppeld zijn.

Bij zuiver germanium is dit echter niet het geval. Het zal wel kunnen, als we het germanium eerst gaan verontreinigen met een stof, die wel van die „losse" electronen bezit. *)

Als we bijvoorbeeld een atoom van een stof nemen, dat één electron meer heeft dan germanium, dan zal dit electron zich vrij kunnen bewegen van het ene atoom naar het andere.

Als we dus iets van deze stof met het germanium mengen, zal dit enigszins geleidend worden. Als we nu namelijk een metalen pennetje op het kristal plaatsen en we geven dit een positieve lading, dan

*) Voor de goede orde willen wij hier vermelden, dat de zaak nog wel iets anders in elkaar zit, doch dit vereist een chemische kennis, die wij hier niet terzake achten. Ter geruststelling zij vermeld, dat niet zo heel ver bezijden de waarheid is gegrepen.

zullen de overtollige electronen naar dit puntje worden getrokken. Vooral als we aan de andere zijde van het kristal een negatieve lading aanbrengen, zal er een stroom van electronen door het kristal vloeien. De negatieve lading vult immers weer aan, wat het puntje met de positieve lading weghaalt, zodat er steeds losse electronen bijkomen, die weer kunnen worden afgevoerd door het positieve puntje.

We hebben het tot nu toe steeds gehad over germanium, bevuild met een atoom van een stof, die meer losse electronen bezit. Omdat hier sprake is van een eigenlijk negatieve lading noemen we dit N-germanium.

Als we echter atomen toevoegen, die minder van die „losse“ electronen hebben, zal de werking wel hetzelfde blijven, doch dan zullen negatieve electronen de „gaten“ in het mengsel opvullen, die later weer door een positieve pool „leeg“ gemaakt kunnen worden. Deze verbinding noemen we P-germanium, omdat er eigenlijk van een positieve lading sprake is.

Het typische verschijnsel treedt nu op, dat, als we een stukje P-germanium en N-germanium tegen



Bij de foto: Van links naar rechts: Het germaniumdioxide-poeder; het met waterstof bewerkte poeder; het tot één gesmolten zilverkleurige germanium en de daaruit vervaardigde kristal-diode.

elkaar leggen, de stroom slechts in één richting wordt doorgelaten.

Op het vlakje waar P en N elkaar raken, zal namelijk aan de ene zijde een opeenhoping (in N) van electronen ontstaan, en in het andere (in P) een verzameling „gaten“, als we op N een negatieve lading aanbrengen en op P een positieve. Doen we het omgekeerd, dan zullen de electronen het lege P-germanium vullen, terwijl ze uit het N-germanium worden weggezogen door de positieve lading. We bemerken nu, dat het vlakje nagenoeg geen weerstand meer vertoont, doch de electronen vrij doorlaat. Terwijl we in het eerst genoemde geval opmerkten, dat een doorstroming slechts zeer langzaam verliep. Het is dus begrijpelijk, dat er, als we een wisselstroompje aanbrengen aan de P-zijde, aan de N-zijde een positieve lading ontstaat, en omgekeerd.

Zo'n verbinding heeft dus **gelijkrichtende** werking, die we voor vele doeleinden hard nodig hebben. In een kristal-ontvanger zal zo'n gevalletje, dat we voortaan germanium-diode noemen, de plaats van de oude detector innemen.

Lage wisselspanningen kunnen worden gelijkgericht en hun taak in b.v. een ontvanger vervullen.

Vervaardiging

We hebben nu wel verteld, hoe de werking van het germanium-kristal is, maar hoe het gevonden of gemaakt wordt nog niet. Wel, het eigenlijke metaal of kristal germanium werd pas in 1886 ontdekt, waarbij alleen de ontdekking eigenlijk belangrijk was. Toepassingen werden niet in belangrijke mate meteen gevonden. Dit is pas een tiental jaren geleden gebeurd, toen men in het kristal een prima halfgeleider vond. Voor die tijd was het nog zeer schaars en derhalve zeer kostbaar.

Kortgeleden heeft men vastgesteld, dat het in weliswaar beperkte, maar toch grotere hoeveelheid op onze aardbol voorkomt. In vele mineralen, alsook in afval bij de zinkfabricage, ja zelfs in steenkoolas, of schoorsteenroet kan men germanium terugvinden. Schrik niet, slechts enkele grammen per ton, hetgeen neerkomt op een verhouding van één op 100.000 tot 200.000. Met niet al te moeilijke chemische bewerkingen kan het worden vrij ge-

maakt. De fabrikanten van germaniumdiodes ontvangen het materiaal in de vorm van een halfproduct, n.l. een wit poeder: germaniumdioxide. Door een speciale bewerking (droge waterstof) wordt het herleid tot een zilverachtig metaal: germanium. Men verdeelt dit in zeer kleine stukjes, die op een drager (basis) worden bevestigd. Nadat het oppervlak is bewerkt, wordt een veertje met de punt op het kristal gedrukt.

Om binnendringen van stof te voorkomen en het aanbrenge in een electronische constructie te vereenvoudigen, wordt het gevalletje in glas ingesmolten en worden de basis en het veertje van bevestigingsdraden voorzien.

Dan volgt nog een zeer belangrijke bewerking: Tussen de punt van het veertje en het kristal moet nog een wezenlijk P-laagje worden geformeerd.

Men heeft hiervoor een zeer eenvoudige methode gevonden en wel door een zeer korte tijd een hoge spanning door het kristal te voeren, tegengesteld aan de stroomrichting. Nu doet zich het feit voor, dat om het puntje van de contactveer zich de zo gewenste sperlaag vormt met „gaten”. Als we nu het kristal in bedrijf stellen, blijkt, dat de weerstand naar de ene zijde belangrijk groter is

dan die naar de tegenovergestelde zijde.

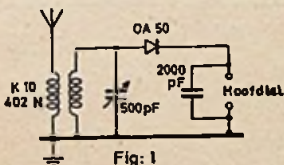
Wij hopen hiermede enigszins een beeld van de germanium-diode te hebben gegeven en laten op de volgende pagina's enige interessante toepassingen van dit product volgen.

Eenvoudige kristal-ontvanger

Ongetwijfeld het meest zal door de jonge amateur de germanium-diode worden toegepast in de kristal-ontvanger en wel op de plaats, waar we vroeger de kristaldetector monteerden.

Het voordeel van de germanium-diode op deze plaats is groot en ondanks zijn iets hogere prijs te verkiezen zijn boven het aloude kristalletje.

Hierbij moeten we immers met het veertje naar een geschikte plaats zoeken; bovendien nam het nogal wat plaats in en was ook niet zo er gevoelig. Al deze nadelen worden door het toepassen van de germanium-diode overwonnen.



Selectieve kristal-ontvanger

Met de hieronder getekende ontvanger, mits aangesloten op een goede antenne en aardleiding kan werkelijk prima ontvangst bereikt worden. We hebben hier namelijk een z.g. breedband-ontvanger. Als spoelen gebruiken we de normale één-kringspoelen van RITRO, ROBOT, AMROH etc.

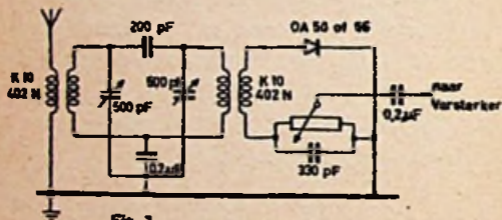


Fig. 2

Balans-kristal-ontvanger

Alle spoelen in dezelfde richting wikkelen op bakeliet, pertinax of iets dergelijks. Strak tegen elkaar gewikkeld met emaliedraad no. 32.

Deze balans-ontvanger heeft een belangrijk grotere output en zal de stations nog meer scheiden (dus grotere selectiviteit) dan de vorige ontvanger.

Het zal dan noodzakelijk zijn de balans tussen de kringen van spoelen L2 en L3 zo gelijk mogelijk

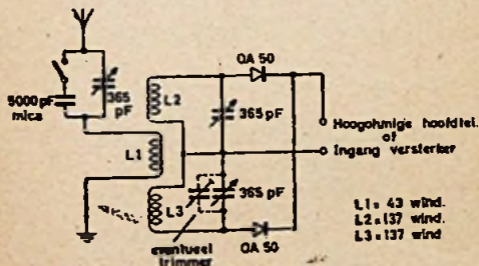


Fig: 3

te maken. We werken hier met een duo-condensator, met, indien mogelijk, over een der beide kringen een trimmertje en een variabele condensator in de antennekring.

Als diodes zijn de OA50, 1N34 of de dubbeldiode 1N35 aan te bevelen. De laatste is 2 x 1N34. Het gebruik is eenvoudig. Men stemt af met C2 en zeeft daarna volledig met C1. De schakelaar S dient om golflengten van minder dan 350 m te bereiken. Dan is de schakelaar open. Bouw het apparaatje niet op metaal, daar dan C1 en C2 met elkaar zouden worden verbonden door de massa (chassis).

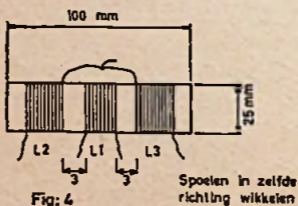


Fig: 4

RADIO-WEKKER

Hiertoe kan men een normale kristal-ontvanger gebruiken met een relais aan de uitgang in plaats van de koptelefoon. Het relais kan men aansluiten op een bel, een lamp of op het radiotoestel.

De spoeleinden van het relais komen aan de uitgang van het kristal-ontvangertje en de schakelaar van het relais kan worden gebruikt op de plaats waar anders normaal een schakelaar wordt toegepast. Let wel op het gebruik van een gevoelig relais, dat dus reeds op enkele mV reageert.

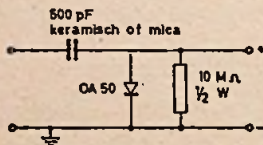


Fig: 5

SPEURKOP VOOR METEN EN AFLUISTEREN VAN HOOGFREQUENTE SPANNINGEN

Als we in een klein busje de onderdelen, zoals in onderstaande tekeningen is duidelijk gemaakt, aanbrengen en we zetten er i.p.v. het metalen deksel een idem van niet geleidend materiaal op (plastic of pertinax) en we leiden hierdoor een stift, dan kunnen we met dit toestel heel wat metingen verrichten. Van elke ontvanger kunnen we het signaal op verschillende daarvoor geëigende plaatsen oppikken en dit via een versterker hoorbaar maken. Frequenties van enkele Hz tot enige honderden MHz kunnen we op hun bestaan beproeven.

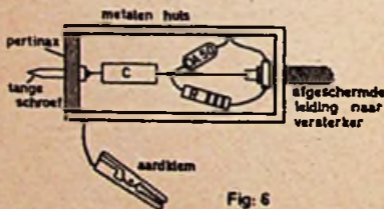


Fig: 6

We dienen er echter wel op te letten, dat de
speurkop tijdens het testen afdoende geaard is,
om ongelukken te voorkomen.

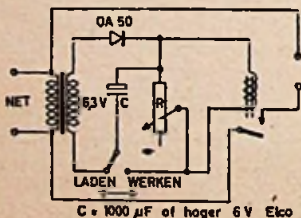
Zij die meer willen weten over het meten met dit
apparaatje verwijzen wij naar een artikel van dhr.
Van Doorne in het Nov. no. van ~~A-2~~ (jaargang '53.

TIJDSCHAKELAAR

Er zijn reeds heel wat schema's gepubliceerd voor een tijdschakelaar, die o.a. voor fotografische doeleinden een zeer praktisch emplot vinden.

Zoals men op het schema van deze tijdschakelaar met een kristal-diode kan zien, zijn er slechts weinig onderdelen voor nodig, die men veelal ook in de dumphantel nog wel kan kopen.

Het gebruik is wel zeer eenvoudig. Men schakelt eerst enkele seconden op LADEN, totdat de condensator geheel is geladen en kan dan, na de po-



$C = 1000 \mu F$ of hoger 6V Eco

$R = 50000 \Omega$ draadgewonden

Fig: 7

tentiometer op de gewenste tijdsaanduiding ingesteld te hebben, op TIJD schakelen. Let er wel op goede onderdelen aan te schaffen.

Het lijk kan men vanzelfsprekend verrichten met een uurwerk. Het benodigde relais moet een weerstand hebben van 8000 Ω . Deze zijn in de dump-handel verkrijgbaar, waarna men ze nog gevoeliger kan maken door de stelschroef enige slagen (naar rechts) te draaien, waardoor de veer zich ontspant.

HERNIEUWEN VAN OUDE BATTERIJEN

Kleine batterijen, die in hoortoestellen worden gebruikt en ook zaklantaarnbatterijen kunnen weer tot nieuw leven worden gewekt door het hier geschetste apparaatje.

Schema A dient voor het doen herleven van 1,5 V

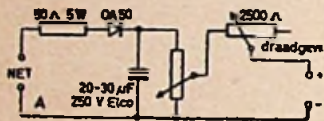


Fig: 9

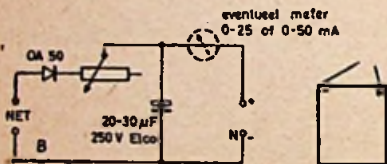


Fig: 8

(4,5 V) batterijen, terwijl het schema B speciaal voor batterijen van 22,5 V tot 67,5 V dient.

In het schema staat nog aangegeven op welke plaats een 0—25 of 0—50 mA-meter ter controle kan worden geschakeld.

Men dient de behandeling te staken als de batterij warm wordt. Het zal nutteloos zijn volledig opgebruikte of „beschimmelde“ batterijen op te laden. Men kan ook kleine accumulatoren met dit apparaatje laden.

FOTO-CEL

Een wel geheel onbekende toepassing van de germanium-diode is die als foto-cel. Vanzelfsprekend is ze niet zo gevoelig als de speciaal voor dit doel vervaardigde buizen of transistors, doch bruikbaar is ze. Het meest voor ons doel leent zich het type 1N34-A. We dienen dan het licht te doen vallen op het brokje germanium, dat we door het glas onderscheiden. De lichtinval kunnen we b.v. intensiever maken door een lensstelsel. De geproduceerde spanning (ong. 5 mV) kunnen

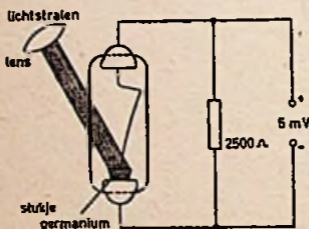


Fig: 10

we via een versterker met een ingang van liefst enige malen de waarde van de 2500 Ω weerstand toevoeren. Let wel op de benodigde ingangsspanning van de versterker. Ook zijn er zeer gevoelige relais in de handel, die werken op een gelijkstroom van 1—5 mV.

METRONOOM

Voor hen die zich verlustigen in Beethoven of Stan Kenton (vergeef de vergelijking) doch die de maat niet kunnen houden, is er hier een aardig hulpmiddel.

Na het inschakelen van de netspanning zal namelijk, al naar gelang men de potentiometer R1 instelt, een sneller of langzamer regelmatig tikken door de luidspreker hoorbaar worden. De geluidssterkte kan men regelen door potentiometer R2.

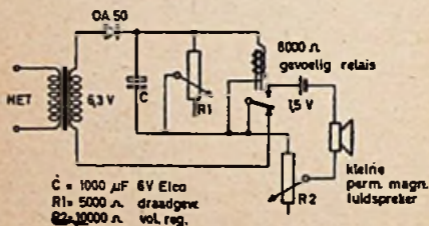


Fig: 11

Het benodigde relais moet weer op dezelfde manier worden behandeld als bij de tijdschakelaar is beschreven.

De schrandere lezer zal meerdere toepassingsmogelijkheden vinden, b.v. voor etalagedoeleinden waarbij het batterijtje een electromagneetje voedt en er b.v. een lichtlopende stappenschakelaar tot draaien wordt gebracht. Het bestek van dit boekje laat niet toe hier verder op in te gaan.

GALVANISEREN

Nadat men onderstaand schema tot een toestel heeft verwezenlijkt is men in staat kleine voorwerpen te verzilveren, verkoperen, etc. (Men dient echter wel de meter (0—100 mA) goed in het oog te houden, daar bij het overschrijden van de 60 mA de diode kan doorslaan. De diode zal meestal 30 mA leveren. Wil men meer dan 60 mA gebruiken, dan dienen er meerdere diodes parallel geschakeld (gestippeld in het schema). Met de potmeter regelt men het aantal mA.

Als anode kiest men een stuk metaal van het soort waarmee we het voorwerp willen overdekken.

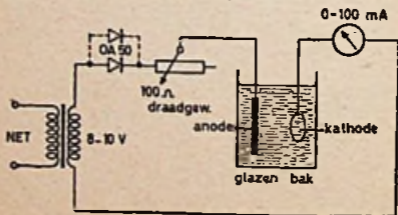
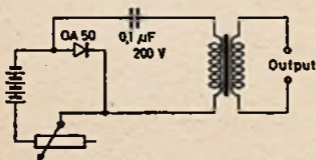


Fig: 12

OSCILLATOR ZONDER BUIZEN

Het is waarschijnlijk algemeen bekend, dat we met een triode en een R-C-kring een oscillator (trillingskring) kunnen maken, die o.a. wordt gebruikt in supers, meetinstrumenten en electronische orgels. De hieronder gegeven schakeling zal waarschijnlijk niet zo bekend zijn en menig radio-amateur zal er zijn voordeel mee kunnen doen.

OSCILLATOR ZONDER BUIZEN



ENIGE MONTAGE-TIPS

1. Gebruik bij het solderen een tang om de draad-einden van de diode vast te houden. Dit zal n.l. de warmte afgeleiden en voorkomen dat de diode verbrandt.
2. Monteer steeds zover mogelijk van de diode af, m.a.w. zoveel mogelijk aan het einde van de draden.
3. De diode is een zeer gevoelig instrument. Laat haar liefst niet op de grond vallen of ander mechanisch letsel toekomen.
4. Monteer de diode zo, dat ze ook in de apparaatuur geen zware trillingen behoeft te doorstaan.
5. Let vooral op het juiste monteren, wat betreft de polarisatie. Op de diode is altijd een aantekening gemaakt wat de kathode is. In het schema is de streep de kathode en de driehoek de anode.

IN DE JUNIOR ELECTRONICA-SERIE VERSCHENEN O.A.:

- | | | |
|----|--------------------------|---|
| 1 | KRISTAL-ONTVANGER | ☆ |
| 2 | Bijz. KRISTAL-ONTVANGERS | ☆ |
| 3 | EEN-BUIS-ONTVANGERS | ☆ |
| 4 | TWEE-BUIZEN-ONTVANGERS | ☆ |
| 5 | DRIE-BUIZEN-ONTVANGERS | ☆ |
| 6 | VERSTERKERS | ☆ |
| 7 | DIODES | ☆ |
| 8 | TRANSISTORS | ☆ |
| 9 | ELECTRISCHE GUITAAR | ☆ |
| 10 | TAPE-RECORDING | ☆ |
| 11 | SEINEN EN ZENDEN | ☆ |
| 12 | DE HUIS-TELEFOON | ☆ |
| 13 | MODERNE ELECTRONICA | ☆ |

RADIO
ELECTRONICA

f 6.— per jaar

Het blad, waarin een ieder elke derde Donderdag van de maand een overvloed aan nieuwe vindingen, aantrekkelijke bouwontwerpen etc. vindt

UITGEVERIJ WIMAR - POSTBOX 14 - HAARLEM
GIRO No. 43 59 12