

PHILIPS SERVICE MAANDBLAD



SPECIAAL VOOR ERKENDE RADIO SERVICE-HANDELAREN

AUTEURSRECHT VOORBEHOUDEN • GEGEVENS ZONDER OCTROOIGARANTIE • UITGAVE: PHILIPS NEDERLAND N.V.



De redactie van het
Philips Service Maandblad
wenst u en de uwen
prettige Kerstdagen en een
in alle opzichten
gelukkig en voorspoedig
1958.



DE TRANSISTORS 4)

De werking van de lagetransistor

Een van de meest toegepaste transistortypen is de lagetransistor. Deze lagetransistor bestaat uit schijfjes P- en N-germanium, die als een sandwich zijn samengebouwd. Afhankelijk van de samenstelling van deze lagen P- en N-germanium spreken wij van een P-N-P-transistor (fig. 24a) en een N-P-N transistor (fig. 24b). Bij nadere beschouwing blijkt de lagetransistor te bestaan uit twee N-P overgangen, die een gemeenschappelijke P of N laag bezitten. Dit laatste is afhankelijk van de samenstelling van de germaniumlaag.

Voorbeeld: Een P-N-P transistor bestaat uit twee N-P overgangen, die een laag N-germanium gemeen hebben. Een P-N-P transistor kan schematisch worden voorgesteld als getekend in fig. 25. De potentiaalverschillen tussen de N-P overgangen (e1 en e2) zijn gelijk, maar tegengesteld van polariteit t.o.v. elkaar. Het verloop van deze potentiaalverschillen aan de overgangen is aanschouwelijk voorgesteld in fig. 26.

In fig. 27 is een P-N-P transistor getekend, die aangesloten is op de spanningsbronnen Ee en Ec. Er worden nu twee stroomcircuits gevormd. In het linker circuit (—Ee, b, N-germanium, N-P overgang, P-germanium, e, +Ee) vloeit de elektronenstroom Ie. De richting is aangegeven door de pijl. Door het rechter circuit (—Ec, c, P-germanium, P-N overgang, N-germanium, b, +Ec) vloeit de elektronenstroom Ic. De pijl geeft ook hier de richting van de elektronenstroom aan. De aanduidingen e, b en c bij de verschillende verbindingen zijn afkortingen voor resp. emitter, basis en collector. De betekenis van deze benamingen zal in de loop van dit artikel duidelijk worden.

In een voorgaand artikel van deze serie werd door middel van een proef met een ander type transistor vastgesteld, dat een verandering van de stroom in het emittercircuit Ie een evenredige verandering van de stroom in het collectorcircuit Ic tot gevolg heeft, tenminste binnen bepaalde grenzen. In het nu volgende zal een verklaring worden gegeven voor het bovengenoemde effect, waarbij wij gebruik zullen maken van de verworven kennis van de N-P overgang.

In het linker (emitter) circuit is de spanningsbron Ee zodanig aangesloten, dat zij de potentiaalsprong e1 van de linker N-P overgang tegenwerkt. Over deze N-P overgang heerst dus een spanningsverschil (e1—Ee).

Dit betekent, dat de gaten aanwezig in het P-germanium zich betrekkelijk gemakkelijk naar de gemeenschappelijke laag N-germanium kunnen bewegen, terwijl omgekeerd de elektronen uit het N-germanium naar de gaten in het P-germanium kunnen gaan. Met andere woorden, de aangelegde spanning Ee vergemakkelijkt het overschrijden van de N-P overgang door de meerderheidsdragers. De N-P overgang gedraagt zich dus hier als een diode die geleidt. Als gevolg van het overschrijden van de N-P overgang door de gaten uit het P-germanium, zal het aantal gaten in de gemeenschappelijke laag N-germanium aanzienlijk toenemen. Een deel van deze gaten zal naar de basis b vloeien, die een negatief potentiaal bezit, een ander gedeelte combineert zich met een vrij elektron en verdwijnt dus, doch het grootste gedeelte zal de rechter N-P overgang als minderheidsdragers overschrijden en komt zodoende in de rechter laag P-germanium terecht (zie fig. 28).

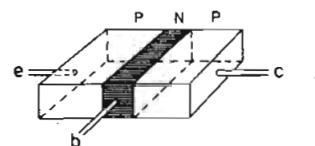


fig. 24

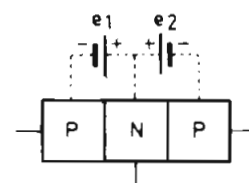
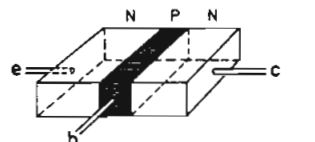


fig. 25

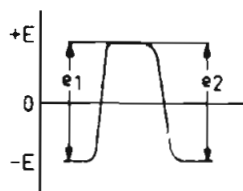


fig. 26

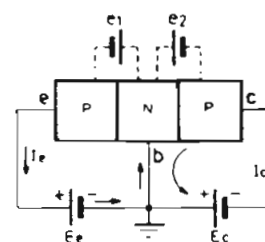
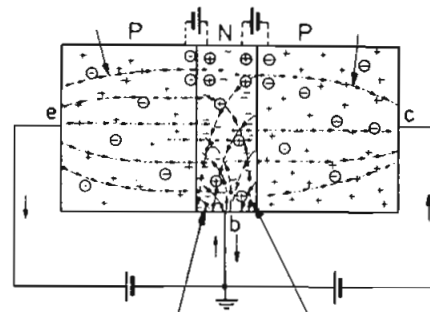


fig. 27

BANEN VAN DE GATEN
DE EMISSOR P. ZONE

BANEN VAN DE GATEN IN
DE COLLECTOR P. ZONE



BANEN VAN DE ELEKTRO-
NEN IN DE BASIS VAN N.
ZONE, VAN BASIS NAAR
EMISSOR

BANEN VAN DE ELEKTRO-
NEN IN DE BASIS VAN N.
ZONE, VAN COLLECTOR
NAAR BASIS

fig. 28

Dit laatste wordt nog in de hand gewerkt door de grote spanningssprong, die over deze N-P overgang aanwezig is, want genoemde spanningssprong bedraagt $e_2 + E_c$ als gevolg van de polariteit van de aangesloten spanningsbron E_c . De rechter N-P overgang gedraagt zich dus als een gesperde diode.

De werking van de P-N-P transistor is in principe gebaseerd op het doorvloeien van gaten. Het punt e zendt genoemde gaten als het ware in het linker P-germanium, vandaar de naam „emissor”, waarna zij dan via de N-P overgangen naar het rechter P-germanium vloeien om ter plaatse C (de collector) te worden verzameld en afgevoerd (zie fig. 28).

Het potentiaalverloop over de beide N-P overgangen is in fig. 29 getekend. De pijl geeft de richting aan van de weg, die de gaten op hun weg van emissor naar collector afleggen.

In fig. 28 is de potentiaal van het N-germanium op nul-niveau gebracht door de basis b te aarden. De gaten, die zich in het linker P-germanium bevinden, moeten nu eerst de linker N-P overgang overschrijden. Om hiertoe in staat te zijn, moet de heersende potentiaalheuvel ($e_1 - E_e$) worden overwonnen. De hoogte van deze heuvel is afhankelijk van de grootte van de aangelegde spanning E_e en vormt, zoals uit fig. 29 blijkt, geen al te grote weerstand voor gaten, die een zekere snelheid bezitten. Het gevolg hiervan is, dat een zekere hoeveelheid gaten in het N-germanium doordringt. De gaten in het N-germanium komen nu in de invloedssfeer van de acceptoren in het P-germanium, want over de rechter N-P overgang heerst een spanningssprong $e_2 + E_c$ en zullen zich bijgevolg naar het rechter P-germanium begeven.

Een verandering van de spanning tussen emissor en basis betekent een evenredige verandering van de potentiaalsprong over de linker N-P overgang en bijgevolg een evenredige verandering in het aantal gaten, dat de grens tussen het linker P- en het N-germanium overschrijdt. De gaten in het N-germanium zullen zich volgens het voorgaande naar het rechter P-germanium begeven, waarbij de mate van overschrijding van de grens op zich weer afhankelijk is van de spanningssprong over de N-P overgang en de aangelegde spanning tussen basis en collector.

Een verandering van de spanning tussen emissor en basis (dus ook een verandering van de stroom I_e) zal bij een gelijkblijvende spanning tussen collector en basis, een verandering van de collectorstroom I_c tot gevolg hebben.

Voor een N-P-N transistor geldt dezelfde verklaring als voor één van het type P-N-P, het enige verschil wordt hier gevormd door het feit, dat dan niet de gaten zich van emissor naar collector bewegen doch de vrije elektronen. Dit laatste heeft tot gevolg, dat de polariteit van de aangesloten spanningsbronnen moet worden verwisseld. Het voorgaande wordt weergegeven in fig. 30 en 31, die elk voor zich spreken.

De constructie van de P-N-P transistor

Alvorens over te gaan tot het bespreken van de constructie van de lagetransistor en in het bijzonder de P-N-P transistor, zal eerst worden nagegaan op welke manier het z.g. N-germanium wordt verkregen.

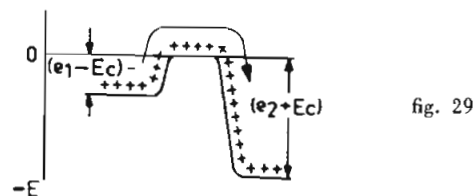


fig. 29

BANEN VAN DE ELEKTRONEN IN DE EMISSOR N. ZONE

BANEN VAN DE ELEKTRONEN IN DE COLLECTOR N. ZONE

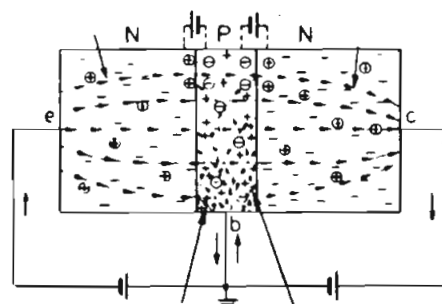


fig. 30

BANEN VAN DE GATEN VAN BASIS NAAR EMISSOR N. ZONE

BANEN VAN DE GATEN VAN COLLECTOR NAAR BASIS

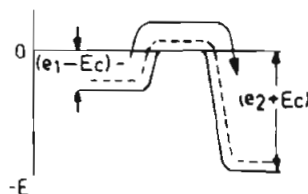


fig. 31

Als uitgangsmateriaal wordt meestal germaniumdioxide, een bijproduct, dat bij de zinkfabricage wordt verkregen, gebruikt. Dit germaniumdioxide (chemische formule GeO_2) is een verbinding van germanium met zuurstof en moet eerst worden omgezet in germanium. Voor dit doel wordt het verwarmd in een schuifje van grafiet of kwarts onder toevoeging van een gasmengsel, dat veel waterstof bevat. Het waterstofgas verbindt zich nu met de zuurstof van de germaniumdioxide, waarbij water wordt gevormd.

Het zo verkregen germanium is echter nog verontreinigd met diverse stoffen zoals ijzer, koper, silicium enz.

De volgende fase bestaat uit het zuiveren van het germanium. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de eigenschap, dat de onzuiverheden, de voorkeur geven aan germanium in gesmolten toestand boven germanium dat zich in vaste toestand bevindt. Een staaf germanium passeert nu langzaam een aantal spoelen, waardoor een H.F.-wisselstroom vloeit. Het gevolg hiervan zal zijn, dat de desbetreffende staaf germanium plaatselijk zal smelten. De vloeibare zone verplaatst zich nu langzaam en neemt de onzuiverheden met zich mee (zie fig. 32).

Dit betekent, dat de onzuiverheden aan het ene uiteinde van de staaf zullen worden geconcentreerd. Dit eind wordt vervolgens van het overige germanium afgesneden waardoor de staaf zeer zuiver germanium is verkregen.

Het zuivere germanium wordt vervolgens verontreinigd met een vijfwaardige stof, zoals arsenicum of antimoon, indien N-germanium wordt vervaardigd, terwijl bij de vervaardiging van P-germanium een driewaardige stof, zoals indium, aan het germanium wordt toegevoegd.

Deze verontreiniging wordt uitgevoerd met gesmolten germanium en moet met grote accuratesse plaatsvinden, omdat de verontreiniging slechts tot een bepaalde graad moet worden doorgevoerd.

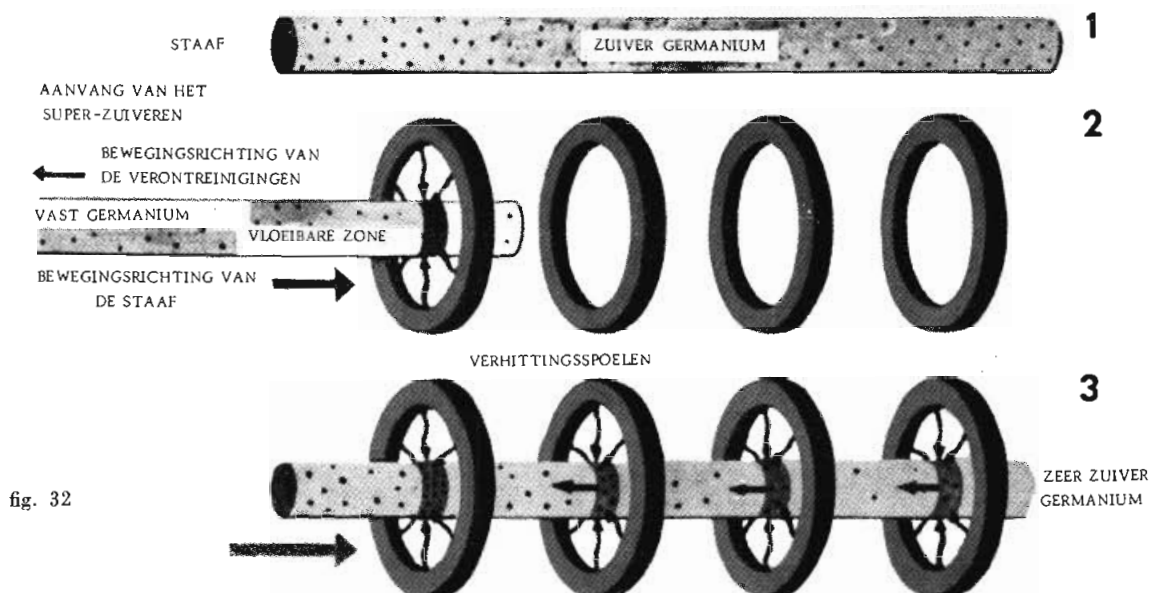


fig. 32

Het nu verkregen N-germanium wordt in schijfjes gezaagd en daarna geslepen en geëetst om de vereiste dikte te verkrijgen (100 à 200 μ). Aan weerszijden van zo'n plaatje N-germanium wordt vervolgens een indium-pilletje aangebracht, waarna het indium en het N-germanium tot een temperatuur, liggende tussen de smeltpunten van indium en germanium, wordt verwarmd. Het vloeibare indium diffundeert nu in het N-germanium en vormt zodoende een laag P-germanium en een N-P overgang (zie fig. 33). Opgemerkt dient te worden, dat de collectorpil groter is dan de emissorpil. De constructie van de P-N-P lagentransistor is getekend in fig. 34. Voorbeelden van deze transistoren zijn de OC71 en OC72. Het systeem bestaande uit het schijfje N-germanium met de beide indiumpilletjes wordt vervolgens ondergebracht in een glazen buisje, dat gedeeltelijk is gevuld met siliconvet. De bedoeling van deze vetvulling is tweedelig nl.:

1. Om een stevige mechanische constructie te verkrijgen.
2. Om de warmte-afvoer te bevorderen.

Het transistorelement staat dus, door geleiding, warmte af aan de glazen ballon, die op haar beurt de warmte door middel van convectie aan de omringende lucht kwijtraakt.

Bij grotere vermogens blijkt, dat warmte-afgifte, door middel van convectie, onvoldoende is. In dat geval wordt de transistor voorzien van een koelvin, die tevens dienst doet als bevestigingsbeugel. De warmte-afgifte vindt dan plaats door geleiding. Een voorbeeld hiervan is de OC72 (zie fig. 35).

De gehele transistor wordt door middel van een zwarte laklaag beschermd tegen het binnendringen van licht (zoals reeds eerder werd uiteengezet, is licht een soort energie, die in staat is om bij een halfgeleider valentie-elektronen vrij te maken; dit laatste betekent, dat het aantal vrije elektronen en gaten gaat toenemen, waardoor het gedrag van de transistors anders wordt). De collectoraansluiting is daarbij aangeduid door een rode stip. Indien deze rode stip om de één of andere reden verdwenen is, dan kan men toch nog direct zien met welke elektrode men te maken heeft.

In fig. 36 is daartoe een transistor getekend (gezien aan de zijde van de aansluitingen), het is nu onmiddellijk te zien, dat de afstand tussen basis en collector veel groter is dan de afstand tussen emitter en basis.

(Het slot van dit artikel volgt in ons volgend nummer)

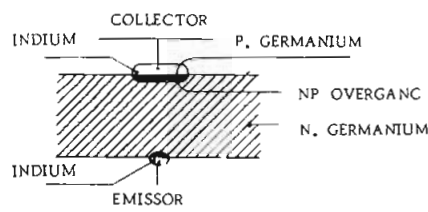


fig. 33

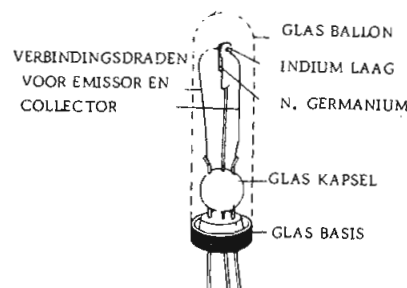


fig. 34

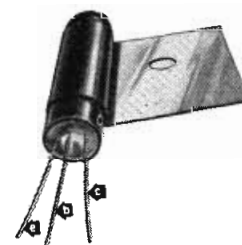


fig. 35

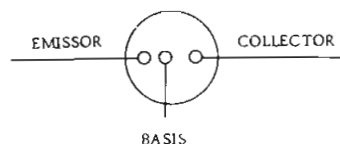


fig. 36

PHILIPS SERVICE MAANDBLAD

EL 3516	AANVULLING EN CORRECTIE SERVICEDOCUMENTATIE	SM 22-24
---------	---	----------

In de elektrische stuklijst staat de weerstand R3 met het codenummer A9 999 00/5E6 aangegeven, dit moet zijn: B8 300 31B/5E6.

Bij de mechanische stuklijst dienen de volgende wijzigingen en aanvullingen te worden aangebracht.

Het codenummer moet zijn van:

Fig. 4 Pos. 11 P.V.C.-ring	WT 458 06.
Fig. 4 Pos. 35 Rubbertule	WT 458 08.
Fig. 4 Pos. 6 P.V.C.-ring	A9 868 65.
Fig. 4 Pos. 19 P.V.C.-ring	A9 868 66.

Toegevoegd moet worden:

Koppelveertje van motor en poelie	WT 760 04.
Siervenster voor luidspreker	WT 912 32.
P.V.C.-ring (tussen de druktoetsen)	WT 458 19.
Kofferhandvat	WT 835 72.
Kofferslot	V3 468 59.
Bodemplaat compleet, grijs	WT 835 68.
Bodemplaat compleet, beige	WT 835 69.
Kapje voor spoelschotel pos. 17	WT 251 01.

Het kan voorkomen dat voor pos. 6 fig. 4 meer dan een ringetje moet worden gebruikt, in verband met het feit dat de hoogte van de snaargleuf van het spanwielje en van de spoelschotels in hetzelfde horizontale vlak moeten liggen.

Is dit namelijk niet het geval, dan kan het gebeuren dat het apparaat een tikkend geluid produceert.

Voor pos. 6 zijn dan ook ringetjes van drie verschillende dikten verkrijgbaar. Onder het hierboven bij pos. 6 vermelde codenummer A9 868 65, worden 50 stuks van ieder in een zakje geleverd.

Voor pos. 19 worden eveneens ringetjes van drie verschillende dikten geleverd (50 stuks van ieder in een zakje onder codenummer A9 868 66).

Ook hier is het namelijk van belang dat de spoelschotel de juiste hoogte heeft.

Is de stand van de spoelschotel te laag dan raakt deze bij opname of weergave de rubberen doppen pos. 21 waardoor de trekkracht van de magneetband wordt beïnvloed.

In het omgekeerde geval, dus wanneer de spoelschotel te hoog staat, raakt deze bij snel voor- of terugspoelen de rubberen doppen niet, waardoor er slecht of niet wordt voor- of teruggespoeld.

Tenslotte nog enkele opmerkingen.

Indien een motor moet worden uitgewisseld, dient het lagerblok met poelie opnieuw te worden ingesteld. Zie hiervoor de Servicedocumentatie.

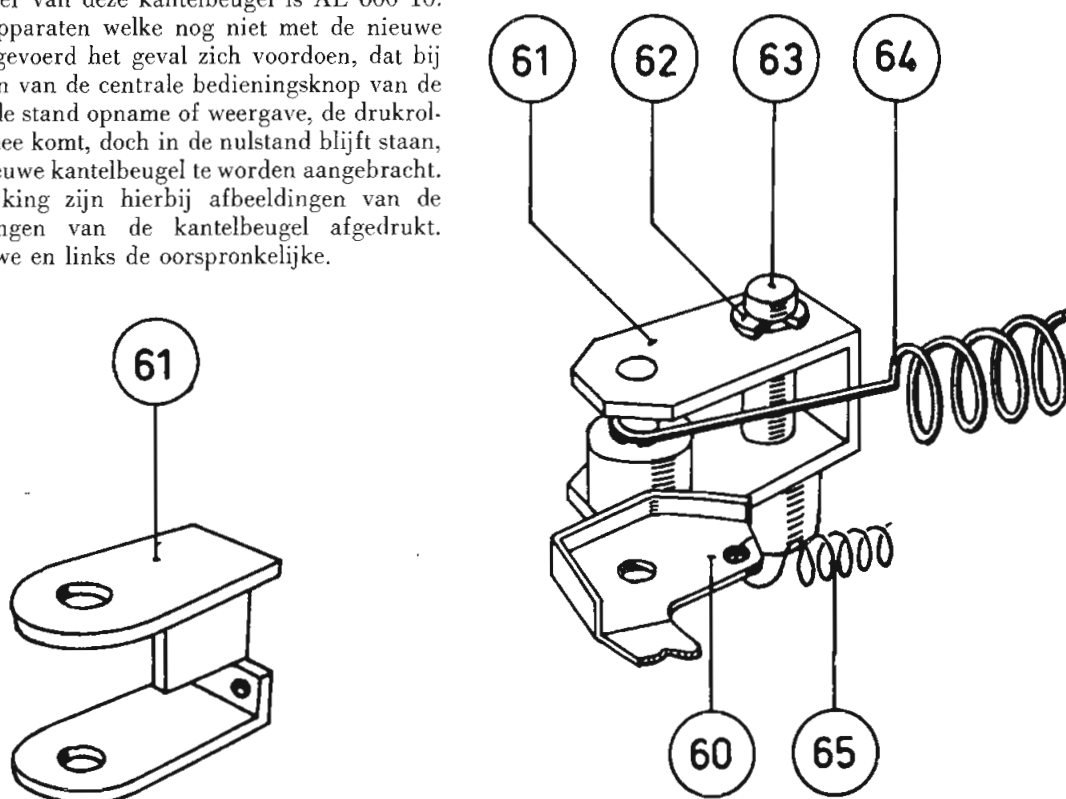
Verder kan het voorkomen dat bij de rechter spoel de magneetband lust. In dat geval moet de geleidebeugel (onder pos. 44 fig. 4) met de openstaande zijde naar beneden worden gemonteerd.

EL 3510	GEWIJZIGDE KANTELBEUGEL	SM 22-25
---------	-------------------------	----------

Apparaten gemerkt met de codering H 05

In bovengenoemde apparaten is een kantelbeugel van gewijzigde uitvoering toegepast.

Het codenummer van deze kantelbeugel is AE 600 10. Mocht in de apparaten welke nog niet met de nieuwe beugel zijn uitgevoerd het geval zich voordoen, dat bij het omschakelen van de centrale bedieningsknop van de stand nu naar de stand opname of weergave, de drukrol-hefboom niet mee komt, doch in de nulstand blijft staan, dan dient de nieuwe kantelbeugel te worden aangebracht. Ter verduidelijking zijn hierbij afbeeldingen van de beide uitvoeringen van de kantelbeugel afgedrukt. Rechts de nieuwe en links de oorspronkelijke.



**VERENIGING TOT BEVORDERING VAN ELECTROTECHNISCH VAKONDERWIJS
IN NEDERLAND**

V.E.V.

Inschrijving V.E.V. examens voor :

Adspirant-V.E.V.-Cursist A of B	(AVC)
Sterkstroom-Hulpmonteur	(SHM)
Zwakstroom-Hulpmonteur	(ZHM)
Radio-Hulpmonteur	(RHM)
Sterkstroommonteur	(SM)
Zwakstroommonteur	(ZM)
Radiomonteur	(RM)
Elektrotechnisch Wikkelaar	(WK)
Elektrotechnisch Installateur	(EI)
Radiotechnisch Installateur	
(Radio-Reparateur)	(RI)
Elektro-Winkelier	(EW)
Vakbekwaamheid voor verkoop en reparatie van Elektrische Huishoudnaaimachines	(EH)
Radio-Detailhandelaar	(RD)
Televisie-Detailhandelaar	(TD)
Vakbekwaamheid op elektronisch gebied	(AE)

Aanmeldingsformulieren zijn vanaf 15 januari verkrijgbaar bij het
CENTRAAL BUREAU DER V.E.V., EMMALAAN 6, AMSTERDAM-ZUID

De aanmeldingsformulieren moeten zijn ingezonden:

voor de examens AVC: vóór 15 februari a.s.

voor de examens SHM, ZHM, RHM, SM, ZM, RM, RI, EI: vóór 1 april a.s.

voor de examens WK, EW, EH, RD, TD, AE: vóór 1 mei a.s.