

# De telefoon ontsluit

JOS VERSTRATEN

Het internationale telefoonnet heeft tezelfdertijd iets van een verbazingwekkende eenvoud als iets van een ontstellende gecompliceerdheid in zich. Op twee draadjes wordt een tamelijk eenvoudig apparaat, een telefoon, aangesloten. Vanaf dat moment ligt letterlijk de hele wereld binnen het bereik van de gebruiker. Een wereld bereikbaar via honderdduizenden kilometer kabel, duizenden relaiscontacten, honderden lijnversterkers, elektronische signaalbewerkers en satellieten.

De gebruiker merkt de eenvoud, de landelijke PTT-instanties de gecompliceerdheid.

Vreemd genoeg zijn maar weinig technisch geïnteresseerde leken op de hoogte van de basistechnieken van het telefoonnet. Vraag de gemiddelde RB-lezer hoe een kleurentelevisie, computer of videorecorder werkt. Negenennegentig kansen op honderd komt er een in grote lijnen sluitend antwoord. Vraag dezelfde lezer hoe het komt dat een PTT-lijn wordt gereserveerd als men de hoorn van de haak neemt. Negenennegentig kansen op honderd blijft die lezer het antwoord schuldig.

## De telefoonverbinding

Het algemeen principe van het verbinden van telefoon 1 met telefoon 2 is geschetst in afb. 1. De interne schakeling van een telefoon kan in twee grote blokken worden onderscheiden, die door middel van haak-omschakelaar S1 over de lijn worden gezet. Als de hoorn op de haak ligt (getekende stand) schakelt omschakelaar S1 een serieschakeling van een grote condensator C1 en een elektromechanische bel over de lijn. De telefoon heeft dan voor gelijkstroom een oneindig hoge weerstand, er kan geen gelijkstroom door de keten vloeien. Als men echter de hoorn van de haak neemt schakelt omschakelaar S1 een serieschakeling van een trafo-wikkeling en een microfoon over de lijn. De gelijkstroomweerstand van het apparaat valt nu terug tot enige honderden ohms, er kan gelijkstroom door het apparaat en de PTT-lijn vloeien. Dit nu is zeer belangrijk, want door dit weerstandsverschil kan de centrale ontdekken of de gebruiker de hoorn van de haak neemt en een verbinding tot stand wil brengen. In feite is deze omschakeling tussen capacitieve en resistieve belasting het basisprincipe van het automatische telefoonverkeer.

Om dat verschil in geaardheid van

lijnbelasting te kunnen detecteren wordt er in de centrale een gelijkspanning van circa 60 V over de lijn gezet. Deze spanningsbron is uiteraard niet rechtstreeks over de lijn geschakeld, maar via een ingewikkeld netwerk van relais- en blokkeerspoelen. Dit netwerk is in de tekening vereenvoudigd tot de spoelen L. Als de hoorn van de haak wordt genomen zal er een stroom van ongeveer 50 mA door de trafo, de microfoon en de lijn gaan lopen. Deze stroom activeert een relais in de centrale, waardoor het ingewikkelde systeem in werking

wordt gesteld dat een vrije lijn opzoekt en deze lijn aan het toestel toewijst.

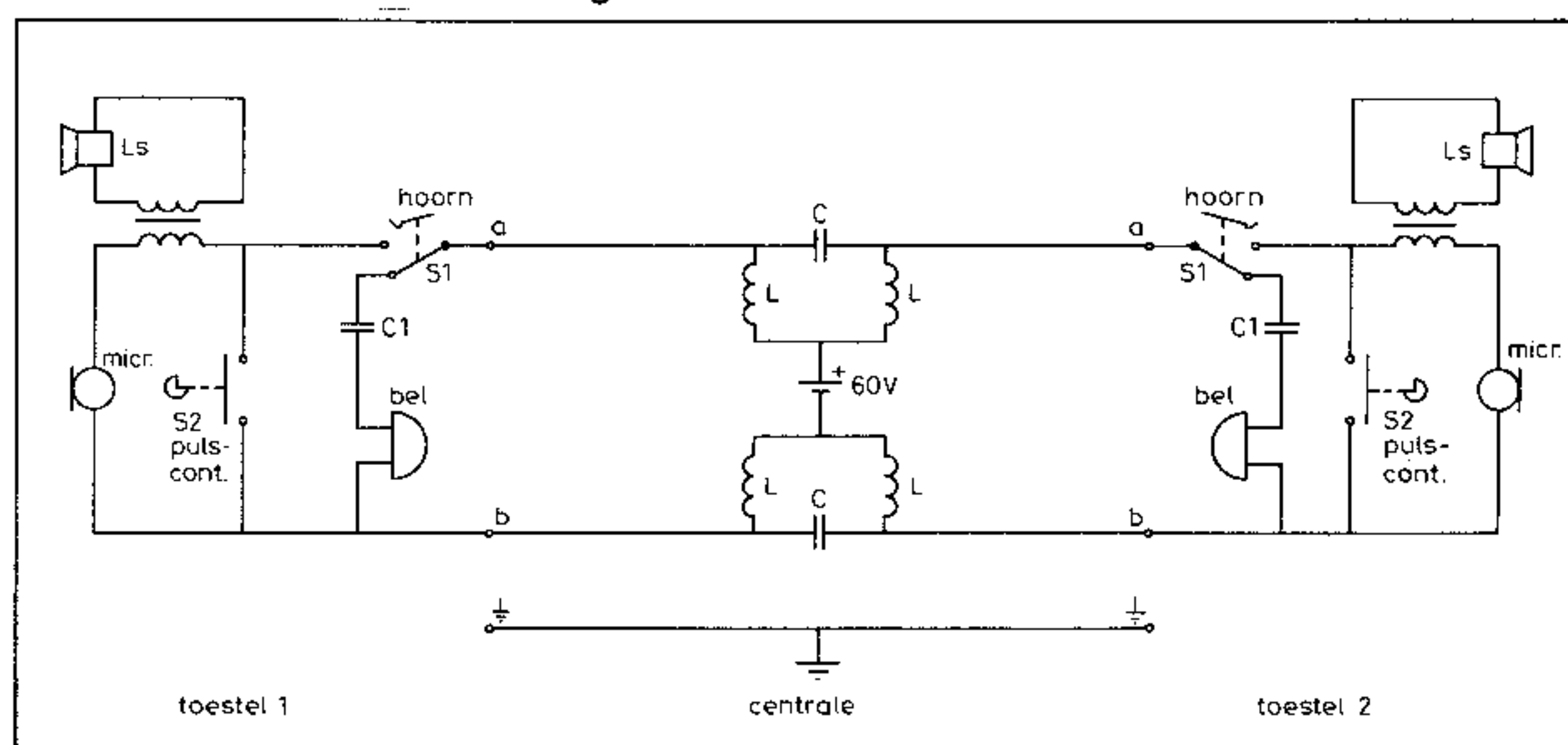
Een tweede belangrijke eis is dat u met uw toestel het nummer van een ander toestel aan de centrale kenbaar moet kunnen maken. Over de serieschakeling van trafo en microfoon is daarvoor een kortsluitschakelaar S2 opgenomen. Deze wordt geactiveerd door de kiesschijf en zal als de schijf uit zichzelf terugdraait naar de rustpositie een aantal keren kortgesloten worden. Als u de vijf draait ontstaan er dus snel achter elkaar vijf kortsluitimpulsen op de lijn. Door die kortsluitimpulsen worden er in de oude centrales relais, die een soort van draaischakelaars bedienen, in de juiste positie gezet en wordt cijfer na cijfer de verbinding tussen telefoon 1 en telefoon 2 tot stand gebracht. In de moderne centrales gaat dit uiteraard met elektronische tellers, maar dit doet niets af aan het algemene principe.

Een derde eis is dat uw telefoon opgeroepen moet kunnen worden. In de rustpositie staat de bel over de lijn geschakeld en deze wordt geactiveerd door tamelijk grote wisselspanningspulsjes over de lijn te zetten. Deze spanning wordt gesuperponeerd op de 60V-gelijkspanning op de lijn en zal via de condensator C1 de bel activeren. De frequentie van dit belsignaal is 25 Hz, de sinussen van de belspanning hebben een amplitude van ongeveer 50 V.

## De PTT in uw huis

Iedereen kent de tegenwoordig algemeen gebruikelijke PTT-steker

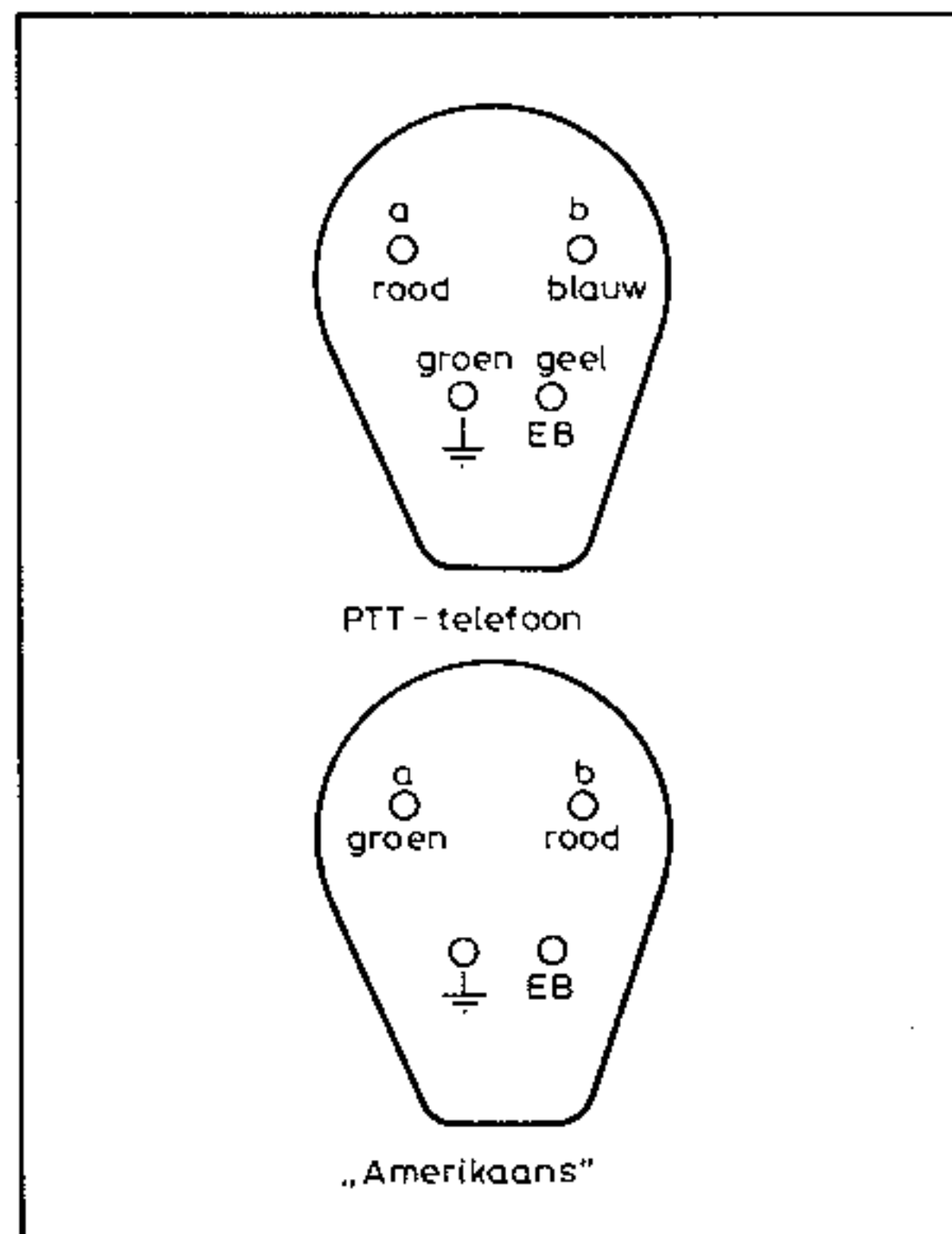
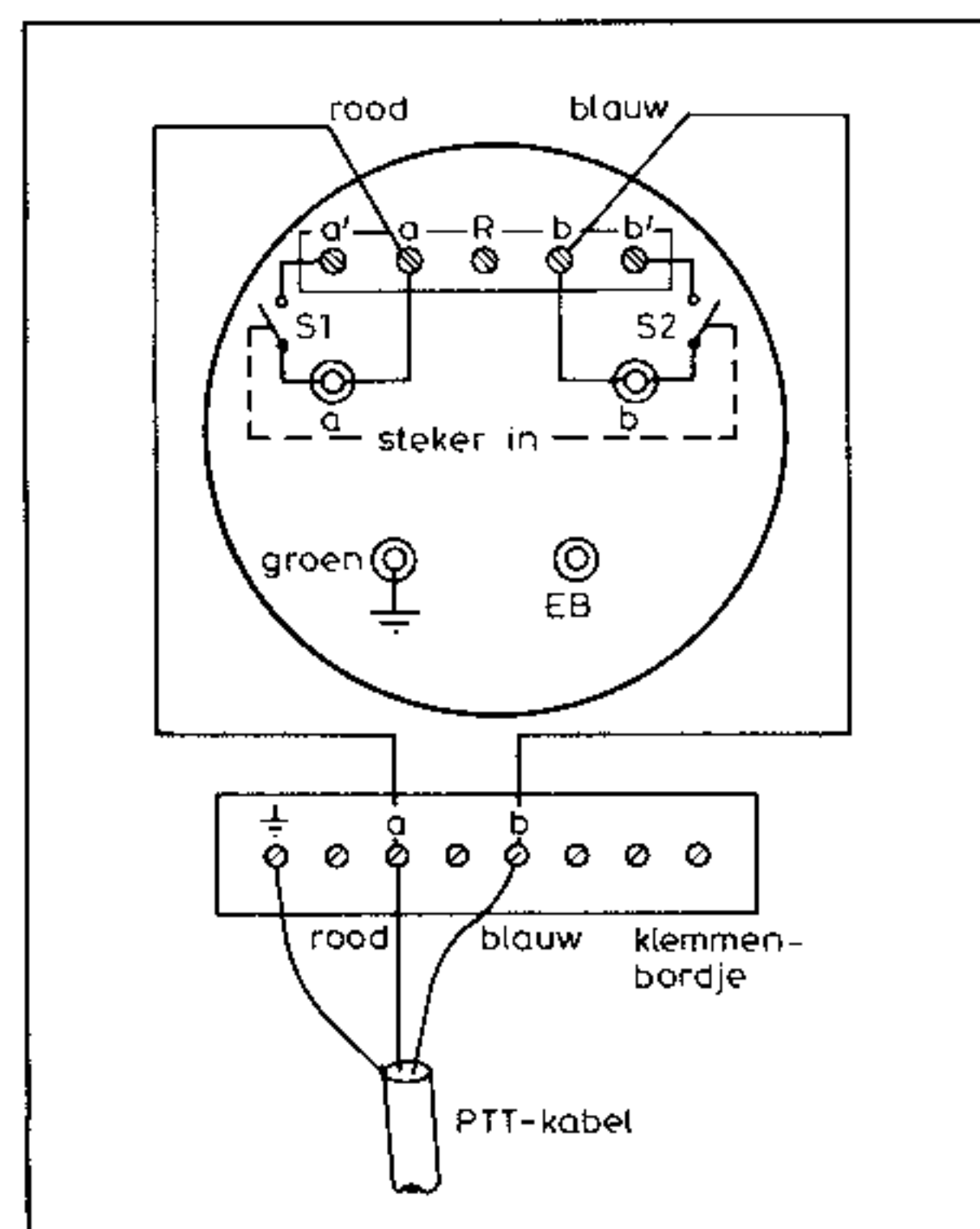
Afb. 1 Fundamentele verbinding tussen twee telefoontoestellen en de centrale.



met zijn vier pennen in hun specifieke stand. Deze past op slechts één manier in de telefoon-wandcontactdoos die weliswaar slechts contact maakt met de vier pennen van de stekker, maar intern over acht aansluitingen beschikt. Het interne van zo'n PTT-doos is getekend in afb. 2. De PTT-kabel voert naast de afscherming (aarde) de lijnaders a (rood) en b (blauw) aan en deze worden via een klemmenbordje verbonden met de contactbussen a en b van de wandcontactdoos. Naast de klemmen a en b zitten twee extra klemmen a' en b' die door middel van schakelaartjes met de lijnen a en b worden verbonden als de telefoonsteker niet in het stopcontact zit. Deze schakelaars openen echter als de pennen van de stekker in de contactbussen van de doos worden gestoken. Dit is een handige voorziening van de PTT die moet verhinderen dat men in een huis met verschillende wandcontactdozen verschillende telefoons parallel op de lijn kan zetten. Tussen a en b zit een contact R, dat nergens mee verbonden is en gebruikt kan worden als hulpcontact om twee draadjes aan elkaar te schroeven. De bus in de linker onderhoek wordt gecodeerd met het aardesymbool, maar wordt niet met de kabelafscherming verbonden. Deze bus wordt gebruikt voor het maken van onderlinge verbindingen tussen twee telefoons bij bepaalde aloude PTT-schakelingen die twee telefoons op één lijn zetten.

De contactbus in de rechter onderhoek heeft de codering EB, hetgeen staat voor Extra Bel en de functie daarvan zal in één van de volgende paragrafen aan de orde komen. De aansluitingen op de PTT-stekker,

Afb. 2 Bedrading en codering van de contactbussen in de PTT-wandcontactdoos.



Afb. 3 Codering en bedrading in de vierpolige PTT-stekker voor PTT-toestellen en elektronische tweedraadsapparaten.

met hun gestandaardiseerde kleurcodes, zijn getekend in afb. 3. De bovenste schets geeft de situatie weer bij het aansluiten van officiële PTT-toestellen, die met vier draadjes op de wandcontactdoos worden aangesloten, en de onderste schets geeft de aansluiting voor de moderne elektronische telefoons, die volgens het Amerikaanse systeem met slechts twee draadjes op het net worden gezet. Deze aansluitingen heten dan Tip en Ring.

### De PTT-telefoon T-65

Een beroemd toestel, dat grijze bakje met ouderwetse mechanische draaischijf. Negen op de tien telefonerende

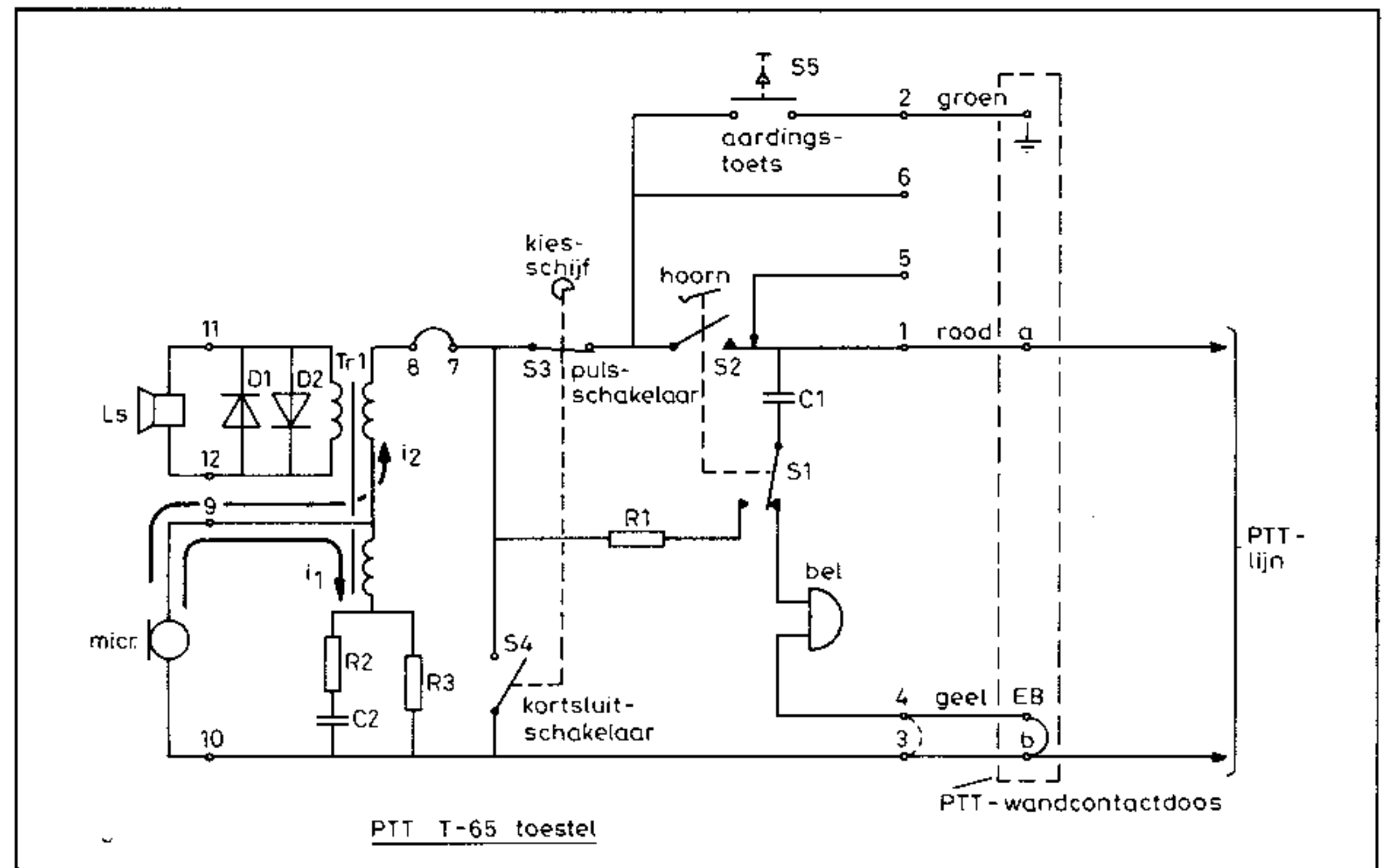
Nederlanders maken er nog steeds gebruik van!

Het interne schema van dit apparaat is getekend in afb. 4. Het vieraderige snoer wordt in een klemmenkastje met 12 schroefjes, verborgen in de bodem van het apparaat, verbonden met de ingewanden van de telefoon. Het eerste dat opvalt is dat de bel niet vast met de b-ader van de lijn verbonden is. De onderste aansluiting gaat naar klem 4 van het klemmenkastje en moet met klem 3 (de b-ader) worden kortgesloten om de bel te activeren. Vaak is deze verbinding niet in de telefoon zelf tot stand gebracht, maar in de wandcontactdoos door het leggen van een draadje tussen de contactbussen b en EB. Als u dus ooit een tweedehands toestel in de dump heeft gekocht waarvan de bel schijnbaar kapot is, moet u dit maar eens nakijken!

Tweede verschil met het fundamentele schema van afb. 1 is dat de haakomschakelaar ingewikkelder in elkaar zit. Het haakcontact schakelt namelijk twee schakelaars S1 en S2. Met S2 is iets vreemds aan de hand. In rust is klem 1 met klem 5 verbonden. Neemt men de hoorn van de haak, dan sluit S2 waardoor eerst klem 1 met S3 wordt verbonden en nadien de verbinding tussen klem 1 en klem 5 wordt verbroken.

Schakelaars S3 en S4 zijn verbonden met de kiesschijf. Als deze wordt verdraait opent S3 en sluit S4. De laatste schakelaar sluit dus het spreek/luistergedeelte kort, zodat men niets hoort van de kiespulsen die op de lijn worden gezet. Als de schijf terugdraait naar de uitgangspositie gaat S3 een aantal malen sluiten, waardoor de lijn wordt kortgesloten en de kiespul-

Afb. 4 Volledig schema van het standaard-PTT-apparaat met typenummer T-65.

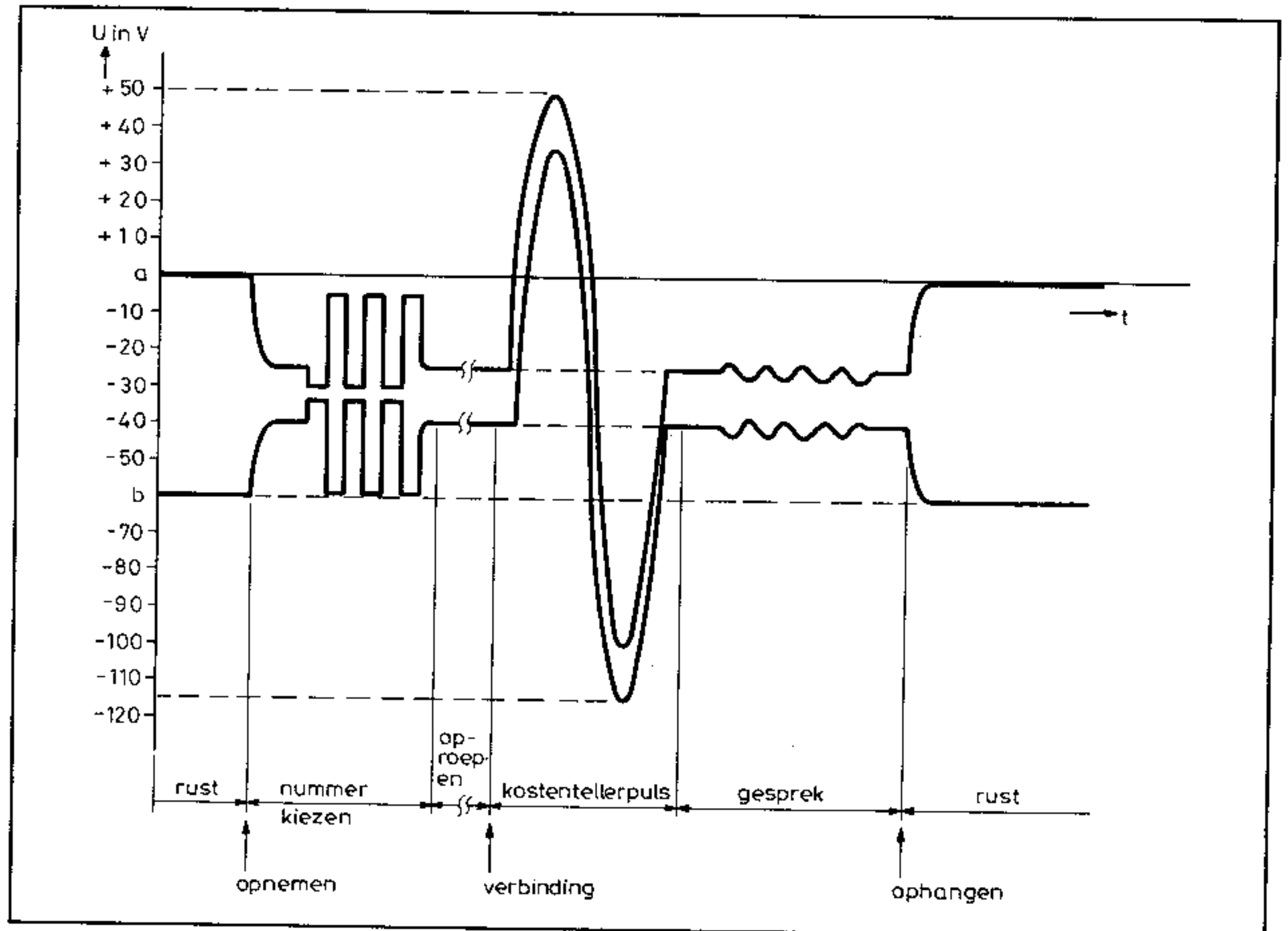




sen ontstaan. Ondertussen staat S1 natuurlijk in de rechter stand en wordt belcondensator C1 in serie met weerstand R1 over de pulsschakelaar S3 gezet. Dit netwerkje onderdrukt vonken en verlengt de levensduur van de schakelaarcontacten.

Tussen S2 en S3 gaat een aftakking naar S5, de zogenoemde aardingschakelaar, die wordt gesloten als men op het witte knopje naast de kieschijf drukt. Deze toets en de klemmen 2, 5 en 6 zijn noodzakelijk als men twee of meerdere officiële PTT-toestellen volgens de door de PTT goedgekeurde technieken op één lijn wil schakelen. Dit is echter oude koek, wie wil immers op dit moment eenmalig f 67,50 en maandelijks f 2,30 uitgeven voor een door de PTT geïnstalleerd tweede apparaat als men voor twee tientjes een elektronische telefoon kan kopen die zo over de lijn kan worden gezet! Lees bovendien het artikeltje „Twee op één lijn” waarin een kleine zelfbouwschakeling wordt beschreven, die alle problemen bij het parallel aansluiten van een tweede apparaat oplost.

Het spreek/luistergedeelte is ook niet vast met de lijn verbonden, maar via een metalen beugeltje in het klemmenkastje dat de klemmen 7 en 8 overbrugt. De microfoon is aangesloten op een deel van de primaire wikkeling van de trafo, het luidsprekertje staat over de secundaire wikkeling. Twee dioden D1 en D2 beveiligen uw oor tegen de akoestische gevolgen van stoerpulsen die over de lijn zouden kunnen ontstaan. De speciale



Afb. 6 Signaalverloop tussen de aders a en b van het net en de aarde tijdens een uitgaand gesprek.

aansluiting van de microfoon op de trafo heeft een gegronde reden. Het microfoonsignaal wekt twee stromen op in de trafo. De eerste  $i_1$  vloeit in de gesloten kring mic, Tr1 en R3, de tweede  $i_2$  vloeit via mic en Tr1 af naar de lijn. Beide stromen vloeien in tegengestelde richting door de trafo, het gevolg is dat de magnetische velden in de trafokern elkaar opheffen en u dus uzelf niet in de luidspreker hoort praten.

## Signalen op de PTT-lijn

Een algemene opmerking: de telefoonlijn is een symmetrische lijn hetgeen betekent dat er zowel op ader a als op ader b spanningen staan ten opzichte van de gemeenschappelijke aarde. Die symmetrie van het net is zeer belangrijk, onder meer voor de onderdrukking van bromspanningen en mag dan ook niet worden aangetaast!

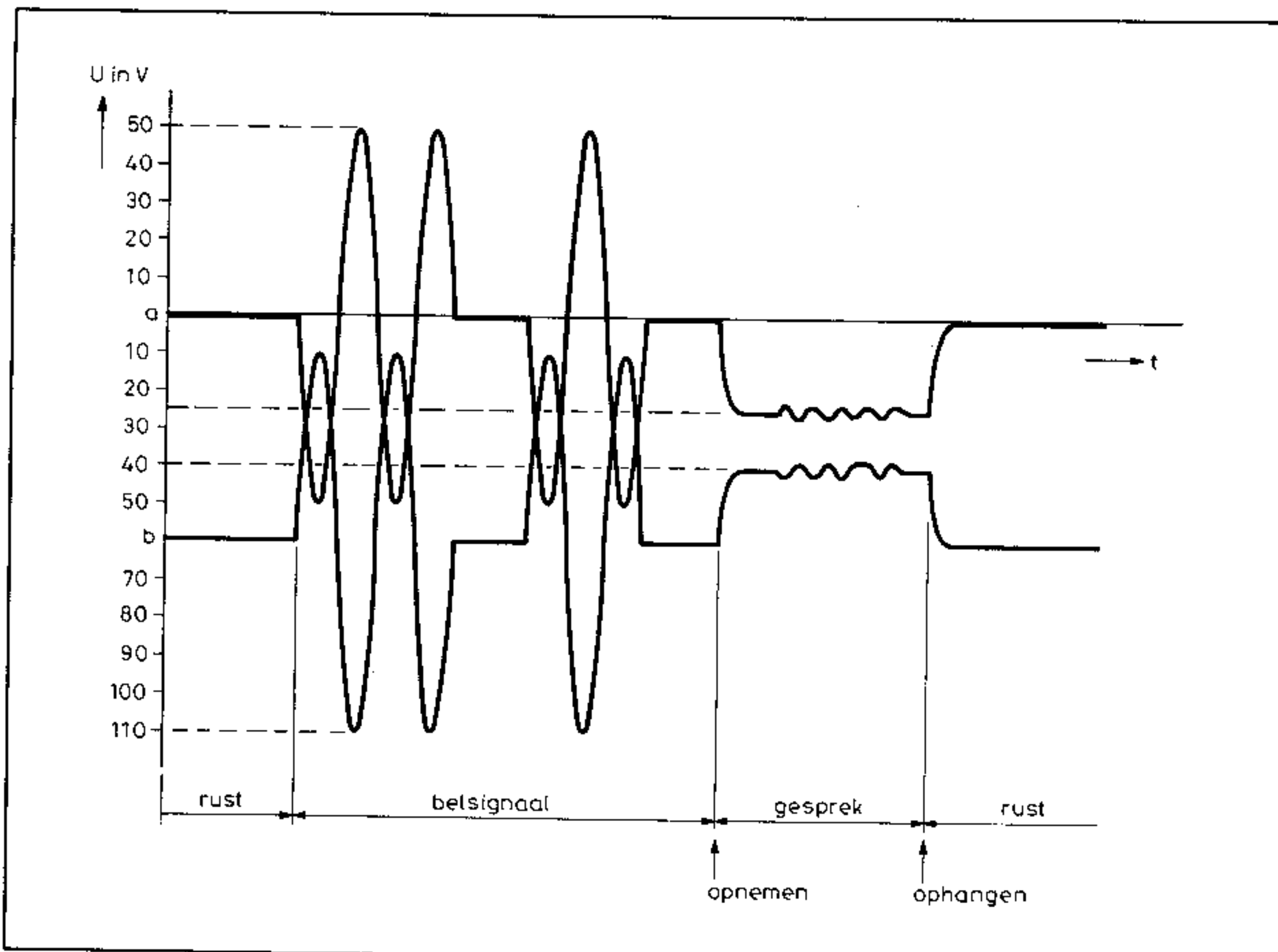
## Inkomend gesprek

Het verloop van de lijnspanning is getekend in afb. 5. In rust staat er ongeveer 60 V gelijkspanning tussen a en b. De beide sinussen van de 25 Hz-belspanning worden in tegenfase op de beide aders gesuperponeerd, zodat er tijdens het rinkelen van de telefoon een maximale spanning van 160 V tussen a en b kan staan! Als de hoorn van de haak wordt genomen wordt de gelijkstroomweerstand van de trafo over de lijn gezet, de stroom van ongeveer 50 mA veroorzaakt een spanningsval waardoor de gelijkspanning tussen a en b terugvalt tot ongeveer 15 V. Het signaal wordt in tegenfase op beide lijnen gezet, zodat het spanningsverschil  $\Delta U$  tussen a en b stijgt en daalt op het ritme van het geluid en er een wisselstroom door de primaire wikkeling van de trafo vloeit.

## Uitgaand gesprek

Het spanningsverloop is getekend in afb. 6. Bij opnemen van de hoort valt het gelijkspanningsverschil tussen a en b weer terug tot ongeveer 15 V. Bij

Afb. 5 Signaalverloop tussen de twee aders a en b van het net en de aarde tijdens een inkomend gesprek.



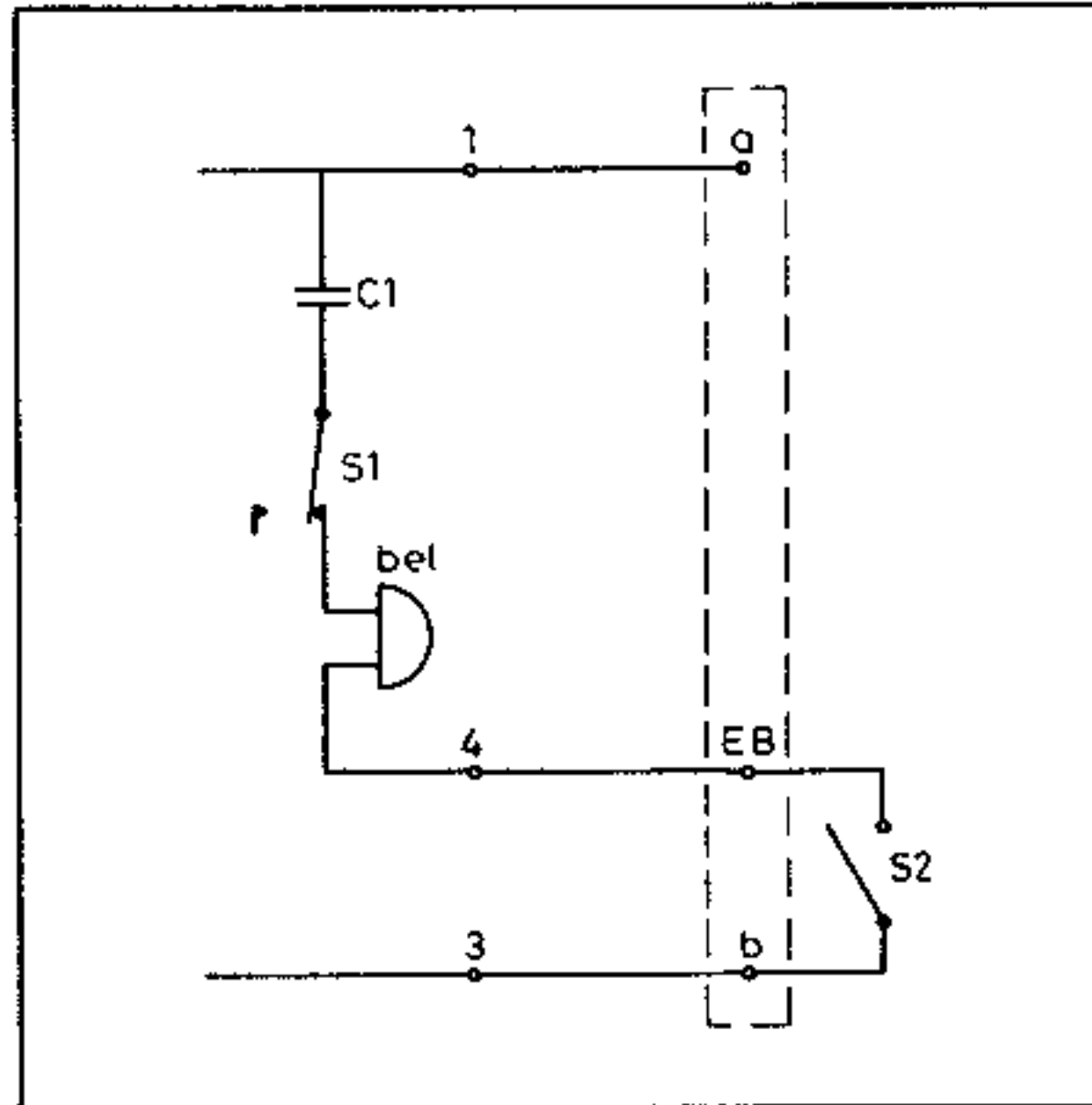
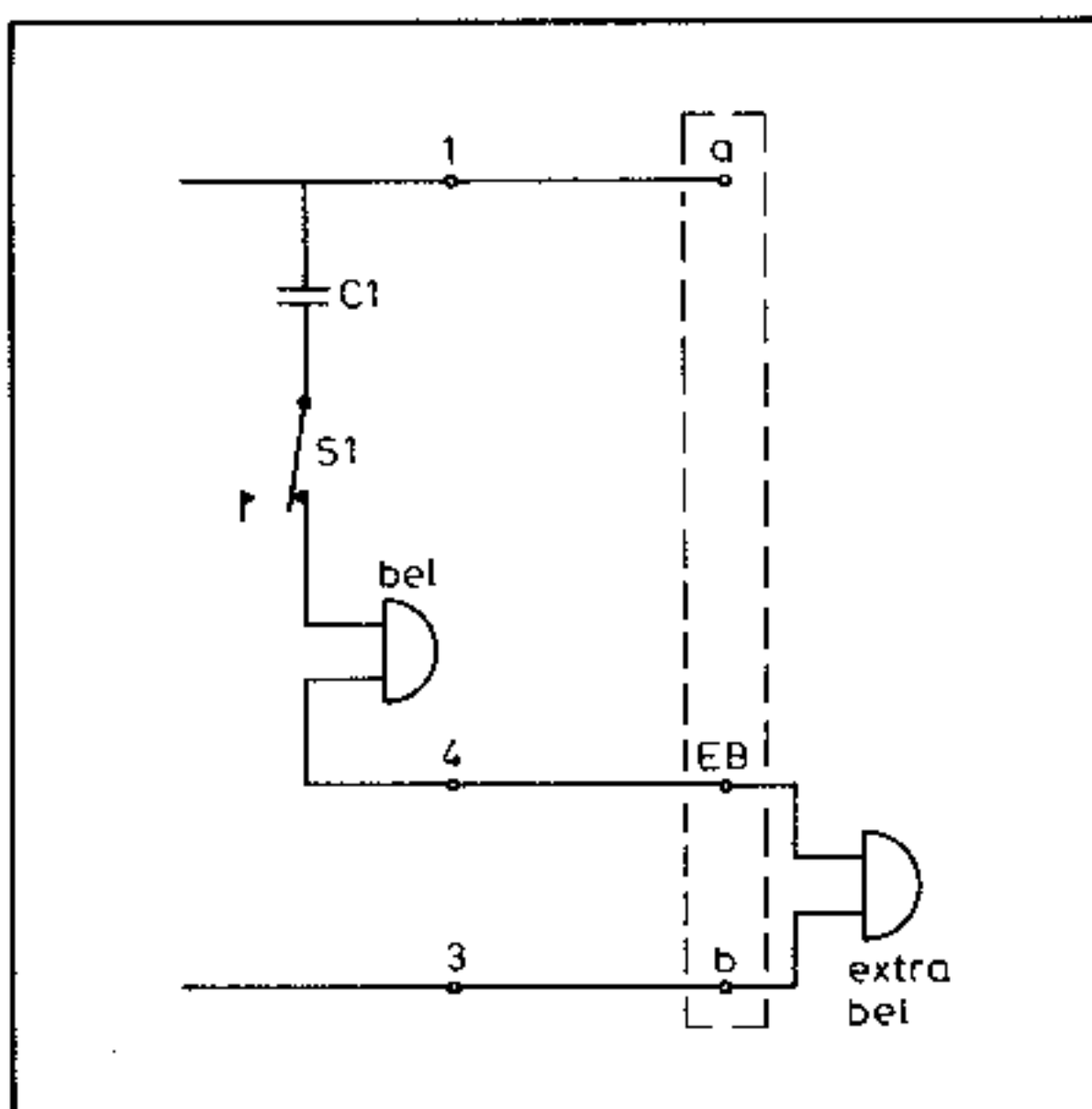
het bedienen van de kiesschijf worden kortsluitpulsjes op de lijn gezet, het spanningsverschil tussen a en b gaat op het ritme van de kiespulsen heen en weer tussen ongeveer 0 en 60 V. Dit wordt veroorzaakt door de gecombineerde werking van de draai-schijf-schakelaars S3 en S4, die de lijn afwisselend kortsluiten en onderbreken. Ongeveer één seconde nadat de verbinding tot stand is gekomen wordt er plotseling op beide aders van het net enige perioden van een zeer grote wisselspanning gezet. Dit is de zogenaamde eerste kostenpuls, die gebruikt wordt voor het activeren van het relais in de eventueel bij de abonnee te installeren kostenteller. Merk op dat deze sinus in fase op beide lijnen van het net wordt gezet. Er ontstaat dus geen extra spanningsverschil tussen a en b en de gebruiker merkt niets van het verschijnen van deze grote spanningspulsen. Nadien wordt het gespreksignaal weer in tegenfase op beide lijnen gemoduleerd, zodat er weer wisselstroom door de trafo vloeit en beide gesprekdeelnemers het signaal horen. Uiteraard wordt om de zoveel seconden een nieuwe kostenpuls op het net gezet. De tijdsduur tussen twee pulsen is afhankelijk van waar u naar belt.

**Enige goedgekeurde extra's**

In principe geldt nog steeds dat de PTT niet wil dat er door onbevoegden aan de lijn wordt gesleuteld. U mag, alweer in principe, niets behalve goedgekeurde apparatuur aan het systeem toevoegen. Laat ons dus even in kort bestek samenvatten wat wel officieel mag.

Een extra bel kan volgens het schema van afb. 7 in serie met de in de telefoon aanwezige bel worden opgenomen. Het is dan echter wel noodza-

**Afb. 7 Aansluiten van een extra bel.**



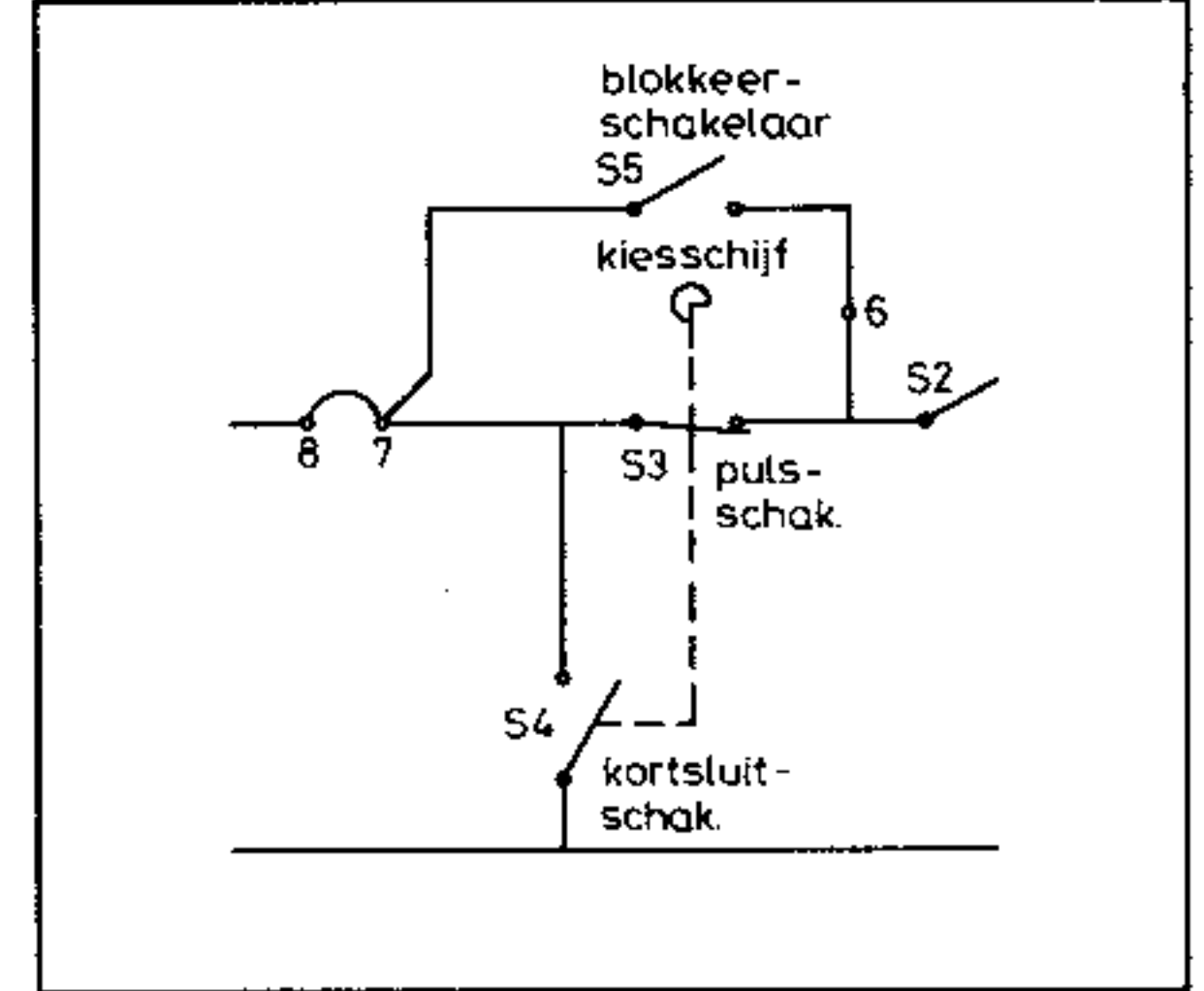
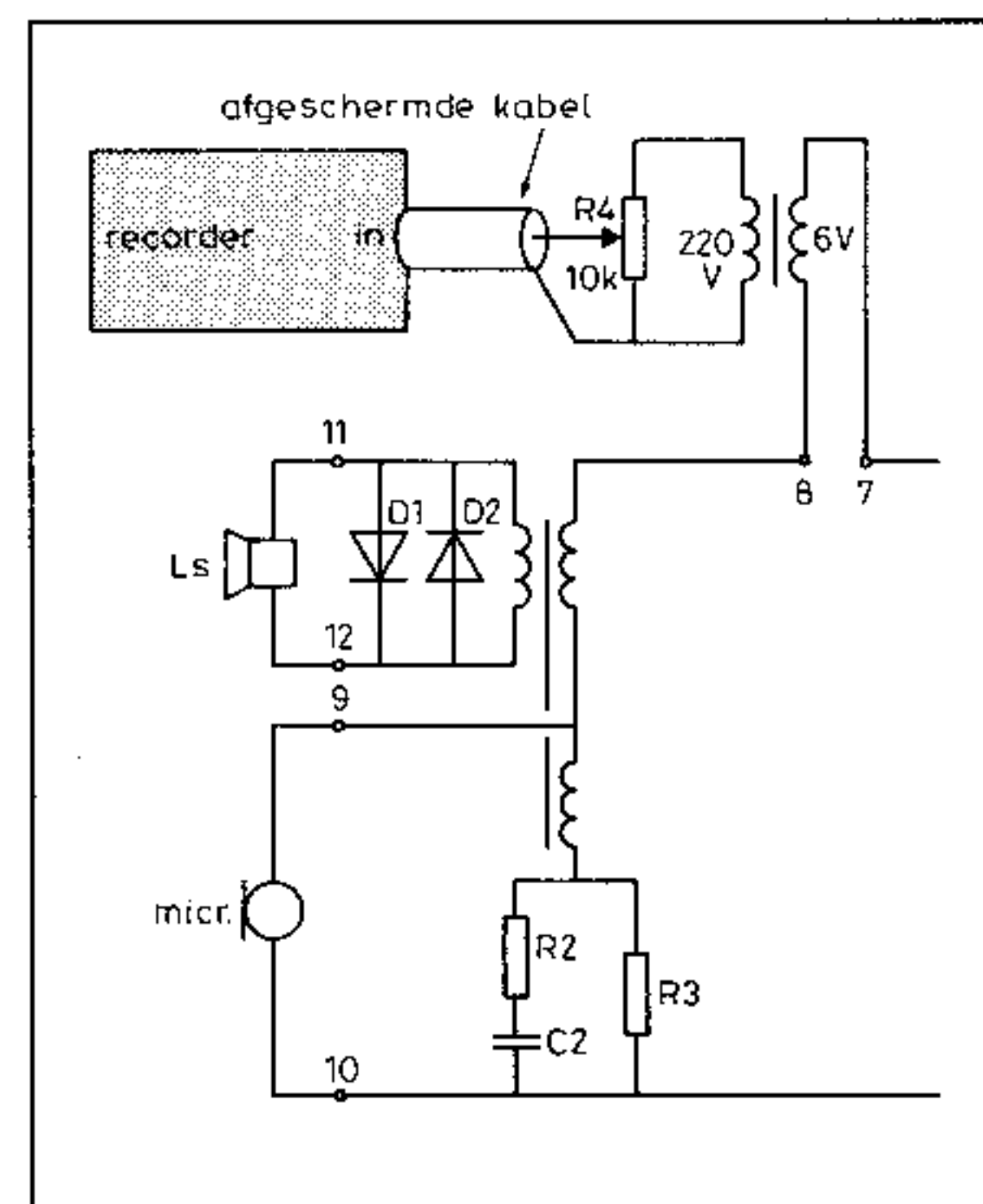
**Afb. 8 Monteren van een „niet storen“-schakelaar.**

kelijk de eventueel in de behuizing van de extra bel aanwezige condensator kort te sluiten. Eén condensator in serie met de bel is immers genoeg! Denk er verder aan dat de verbinding tussen EB en lijn b op drie verschillende plaatsen kan zijn aangebracht: in het klemmenbordje in de telefoon, in de stekker en in de wandcontactdoos.

De bel is uit te schakelen door volgens het schema van afb. 8 een enkelvoudige aan-uitschakelaar tussen de klemmen 4 en 3 te zetten. Als de schakelaar is geopend, wordt men niet meer lastig gevallen door rinkelende telefoons, maar men kan wel zelf blijven opbellen.

Vaak wil men gesprekken opnemen op band. Het simpelweg op de lijn aansluiten van een cassetterecorder is verboden en kan bovendien de recorder beschadigen. Denk aan de grote signalen die tijdens het bellen over de lijn ontstaan! Het meest ideale sy-

**Afb. 9 Aansluiten van een scheidingstrafootje voor het opnemen van gesprekken.**



**Afb. 10 Monteren van een schakelaar, die uitgaande gesprekken blokkeert.**

steem is getekend in afb. 9. De kortsluiting tussen de klemmen 7 en 8 in de telefoon wordt verbroken en de secundaire wikkeling van een 6V-voedingstrafootje wordt tussen deze aansluitingen geschakeld. Over de primaire 220V-wikkeling soldeert men een potentiometer van 10 kΩ, de looper en één van de uiteinden gaan via een afgeschermd kabeltje naar de lijningang van de recorder.

Wil men niet hebben dat er tijdens afwezigheid gebruik wordt gemaakt van de telefoon, dan kan men volgens het schema van afb. 10 op een geheime plaats een blokkeerschakelaar monteren. Deze overbrugt de pulsschakelaar van de kiesschijf, zodat er geen kiespulsjes op de lijn kunnen worden gezet. Het apparaat blijft echter normaal reageren op inkomende gesprekken.

Het aansluiten van een kostenteller, tegenwoordig in de dump te koop, gaat volgens het schema van afb. 11. Naast de twee netlijnen a en b is een derde draadje noodzakelijk tussen de aarde-aansluiting van de teller en de aarde. Noteer dat de aarde meestal niet is verbonden met de met aarde gesymboliseerde contactbus links onder in de wandcontactdoos! Men kan de aarde aftakken van het klemmenbordje in de doos, waar de binnenkomende kabel is aangesloten op uw systeem.

**Afb. 11 Aansluiten van een kostenteller op het net.**

