

ELEKTRONIKA IN DIE DIENS  
VAN 'N LAND EN SY  
VERDEDIGING

deur



UNIVERSITY  
A. G. K. LUTSCH  
PR. ING., DIPL.-ING. ELEK. (BRAUNSCHWEIG), D. ING. (STELL.).  
JOHANNESBURG

Rede uitgespreek by die aanvaarding van die amp van Hoogleraar  
in Elektriese Ingenieurswese aan die Randse Afrikaanse Univer-  
siteit op Woensdag 18 September 1974 om 20h00.

Publikasiereeks van die  
Randse Afrikaanse Universiteit

A 69  
JOHANNESBURG  
1974

Die Publikasies van die Randse Afrikaanse Universiteit verskyn in die volgende reekse:

- A: INTREEREDES EN LESINGS,
- B: NAVORSING DEUR DOSENTE EN STUDENTE,
- C: MONOGRAFIESE REEKS.

Die menings hierin uitgespreek, is dié van die skrywer en nie noodwendig dié van die Universiteit nie.

ISBN 0 86970 048 0

KOPIEREG RANDSE AFRIKAANSE UNIVERSITEIT, 1974.  
Perskor, Doornfontein — A15395.

## Electronics in the Service of a Country's Defence

### SUMMARY

Today's industry and communications systems, in fact modern life as we know it, could come to a standstill without electronics. The defensive system of a country would be affected similarly, as can be illustrated by citing examples of the use made of electronics in modern defence.

Wireless communication receivers of the synthesizer type permit rapid tuning to a transmitter station and are particularly useful for electronic intelligence. They are, however, complex, consisting of numerous components. The application of microcircuits, especially monolithic integrated circuits, makes it possible to construct small compact and reliable equipment, whilst thin film microcircuits can best be used for high-frequency and high-speed requirements.

In the design of more deadly artillery shells, use is made of the Doppler effect, whilst new radar equipment is improved by ultrasonic surface wave devices.

Modern warfare necessitates frequent replacement of electronic equipment, the cost of which may exceed that of the rest of the aircraft or ship. A modern war may be won or lost in industrial laboratories.

Co-operation between electrical engineers and physicists is essential.

The ultimate factor in modern warfare still remains the determination of its soldiers to defend their country and to accept the sacrifices necessary.

*Magnifzens,  
Mnr. die Rektor,  
Lede van die Raad,  
Geagte Dames en Here,  
Waarde Kollegas en Vriende*

### **1. Die Toestand in 'n Land Sonder Elektronika**

Kom ons kyk na 'n dag sonder elektronika in die lewe van mnr. Jan Burger. Hy sal waarskynlik laat opstaan omdat sy elektronies beheerde wekker nie akkuraat is nie; hy kan nie na die radio luister nie; sy motor sal nie loop nie en hy sal stasie toe moet stap, waar die trein waarskynlik ook nie loop nie omdat die veiligheidstelsel buite werking is. Hy sal geen kontant geld hê nie omdat sy salaris deur 'n rekenaar betaal word en teen hierdie tyd is hy seker ryp om in 'n hospitaal opgeneem te word. Hier wag vir hom meer moeilikhede. Die elektro-kardiogram kan nie geneem word nie, x-straalapparate en toerusting vir mediese dataverwerking werk ook nie, ens.

Die hele lewe — nywerheid, verkeer en kommunikasie — het tot stilstand gekom.

Soortgelyke oorwegings geld ook vir 'n land se verdediging. 'n Land is nie onafhanklik nie tensy hy sy eie wapens kan vervaardig of ten minste gekoopte wapens kan onderhou en verder ontwikkel. Suid-Afrika kan natuurlik nie met groot lande soos die V.S.A. en Frankryk meeding nie, maar kleiner lande soos bv. Australië en Israel gee 'n goeie voorbeeld van watter wapens gekoop moet word of wat in die eie land ontwikkel en vervaardig kan word.

### **2. Draadlose Kommunikasie**

Met die hulp van 'n elektroniese draadlose kommunikasiestelsel sou Napoleon waarskynlik nie die slag van Waterloo verloor het nie omdat hy in staat sou wees om 'n derde van sy leër wat van koers afgewyk het, terug te roep. Die laaste groot oorlog sonder 'n kommunikasiestelsel was

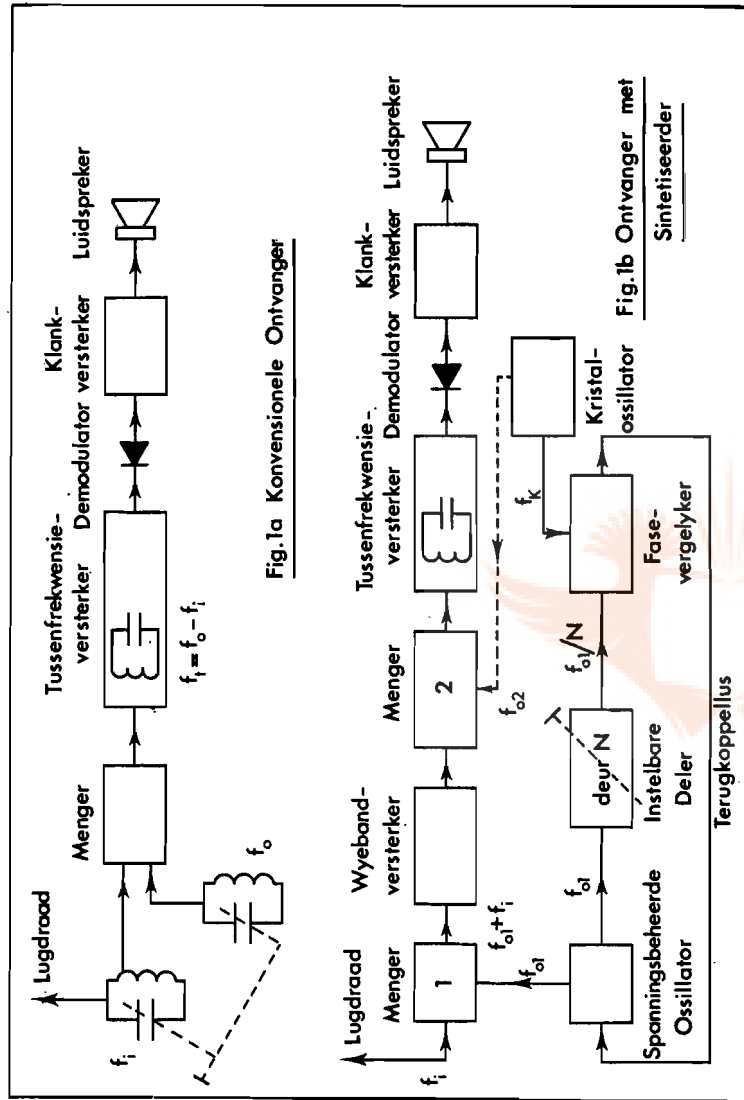


Fig.1a Konvensionele Ontvanger

Fig.1b Ontvanger met Sintetiseerder

dié tussen Frankryk en Duitsland in 1870 waar twee veldslae gelyktydig en binne 'n afstand van 'n paar kilometer plaasgevind het sonder dat die betrokke generaals daarvan bewus was.

Die eerste, en in nog groter mate die tweede wêreldoorlog, het groot veranderinge teweeggebring. In die tweede wêreldoorlog is draadlose kommunikasiestelsels benut wat nie wesenlik van 'n gewone hedendaagse radio verskil nie (figuur 1a). Die operateur draai twee meganies gekoppelde kondensators totdat die inkomende frekwensie  $f_i$  met 'n frekwensie  $f_o$ , van 'n ossillator wat 'n deel van die ontvanger is, 'n bepaalde tussenfrekwensie  $f_t = f_o - f_i$  vorm. Seine wat by hierdie konstante tussenfrekwensie lê, kan maklik versterk word. (Die sein word later gedemoduleer, die klanksein versterk en in die luidspreker hoorbaar gemaak, wat hier nie verder bespreek word nie.)

Die werking van 'n draadlose kommunikasielyn in die leer gedurende die tweede wêreldoorlog was nog gekenmerk deur 'n taamlike lang instemoperasie totdat kommunikasie tussen die sender en ontvangsoperateur tot stand gekom het.

Figuur 1b dui die soortgelyke deel van 'n moderne militêre ontvanger aan. Die frekwensie  $f_{o1}$  van 'n spanningsbeheerde ossillator word in 'n beheerlus met die besonder konstante frekwensie van 'n kristalbeheerde ossillator vergelyk.

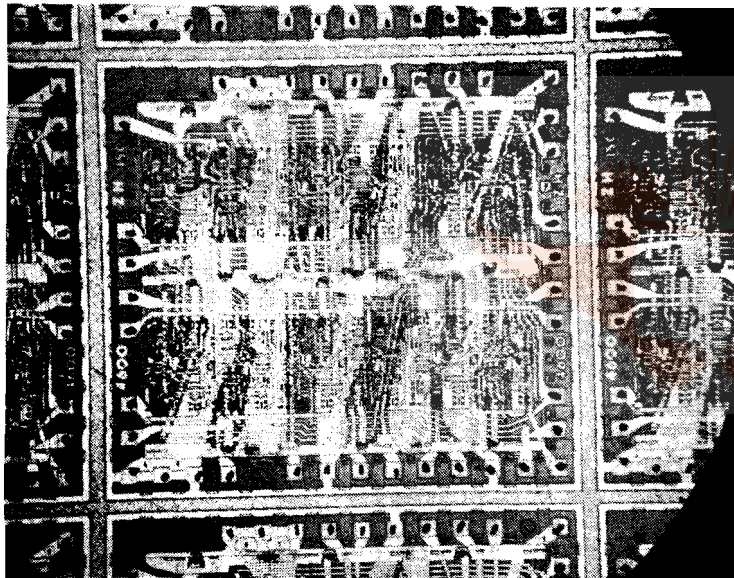
Die sein met die frekwensie  $f_{o1}$  word in 'n deler wat die frekwensie deur 'n faktor  $N$  kan deel, ingevoer en die frekwensie  $f_{o1}/N$  word met die konstante frekwensie  $f_k$  vergelyk. Die beheersein van die fasevergelyker verander die frekwensie  $f_{o1}$  van die spanningsafhanklike ossillator tot  $f_{o1}/N$  gelyk is aan  $f_k$ .

Die voordeel van hierdie ingewikkelder stelsel is dat die ossillatorfrekwensie  $f_{o1}$  dieselfde stabiliteit as die kristalbeheerde ossillator het en dat  $f_{o1}$  vinnig en eenvoudig deur 'n operateur verander kan word deur slegs 'n veranderde deelfaktor in te stel. So 'n ingewikkelder stelsel stel min eise aan die operateur en waarborg dat die draadlose kommunikasieverbinding vinnig tot stand kom.

'n Nadeel is dat ongeveer honderd maal meer komponente (soos transistors, weerstande en kapasiteite) vir die stelsel volgens figuur 1b benodig word, sodat prys en betroubaarheid ongunstig met die klassieke stelsel (figuur 1a) vergelyk. Die ontdekking en toepassing van mikrostrom-

bane het hier 'n dramatiese verandering meebring. Nog ongeveer 10 jaar gelede is diskrete komponente apart op 'n bord geplaas en *onder mekaar verbind*. Veral die verbindings was potensiele swak punte wat maklik kon breek. In die mikrostroombaantegnologie word 'n aantal komponente wat kan wissel van 50 tot meer as 10 000 gemeenskaplik in 'n vaste stof vervaardig en die aantal verbindings word op dié wyse met 'n faktor 100 of meer verminder.

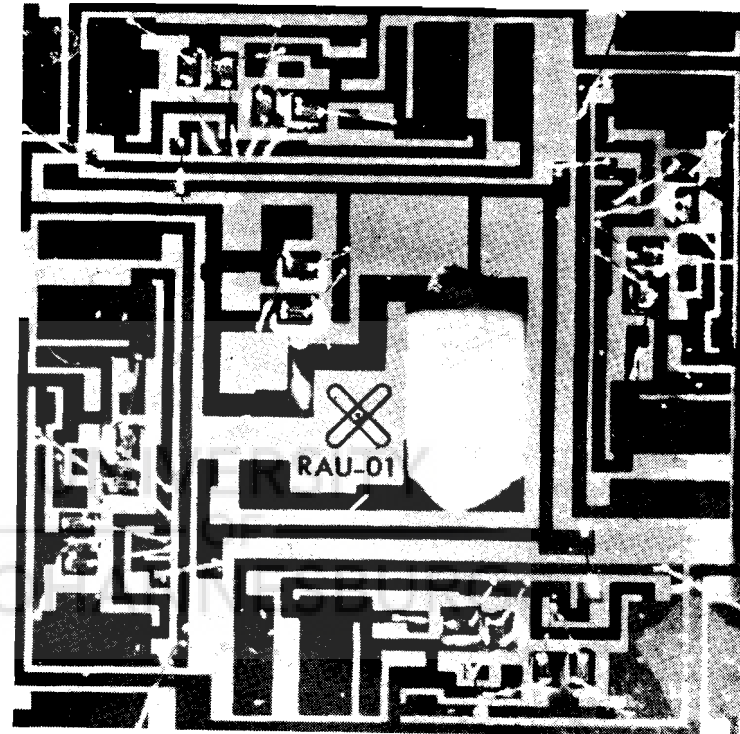
Die funksies van die grootste gedeelte van 'n beheerlus soos wat in figuur 1b getoon word, word wesenlik deur slegs een mikrostroombaan verwerklik. Figuur 2 wys 'n mono-



litiese saamgestelde stroombaan wat meer as 10 000 komponente bevat op 'n oppervlakte van slegs 8 x 5 mm.

Die bogenoemde monolitiese stroombaan het nog die nadeel dat dit vir die hoë skakelspoede wat in die deler benodig word, nie vinnig genoeg werk nie. 'n Dunfilm-mikrostroombaan, waar die meerderheid van die komponente deur 'n vakuumneerslaanproses vervaardig word terwyl enkele diskrete komponente nog later bygevoeg word, werk

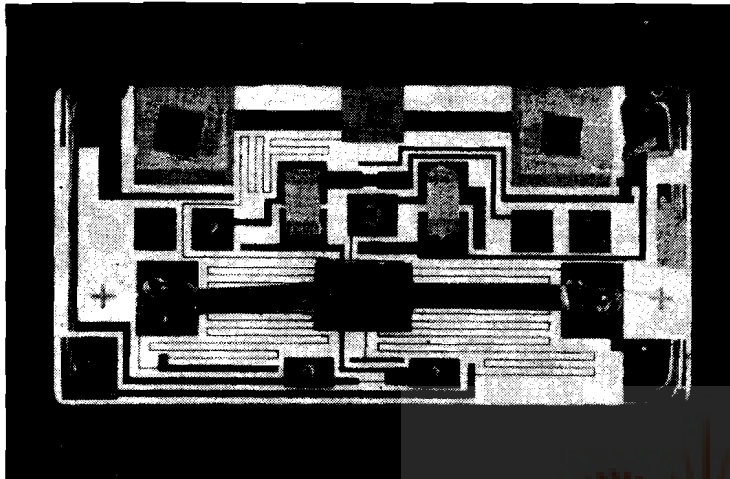
nog teen die hoogste frekwensies wat vandag in die elektronika gebruik word. Figuur 3 wys 'n hoëspoed-deler



wat deur 'n RAU-span vir hierdie doel ontwikkel is. Die oppervlakte is 10 x 10 mm.

'n Ander deel van die kommunikasiestelsel is die klankversterker. Dit verskil nie veel van u hoërou-klankversterker wat 'n krag van tussen 5 en 20 watt het nie.

Figuur 4 wys 'n moderne dunfilmstroombaan wat deur 'n WNNR-span ontwikkel is. Dit is opgebou op 'n oppervlakte van 25 x 12 mm en het 'n drywing van 10 watt. Figuur 4 toon ook twee drywingstransistors (bo, figuur 4) en dele van die voorversterker.



### 3. Elektroniese Inligting

Die gebied van militêre inligting word dikwels verkeerd in boeke en rolprente vertolk. Geen romanse is daaraan verbonde nie: intedeel, dit is 'n saak van harde werk, menslike intelligensie en gevorderde tegnologie. In figuur 5 word 'n tipiese situasie aangedui waar inligting oor die posisie en doelrigting van militêre eenhede, soos byvoorbeeld 'n leërkorps, deur meeluistering van hulle draadlose kommunikasie verkry word. Soos deur figuur 5 aangedui, is die vriend en vyand deur 'n frontlyn geskei. Veronderstel dat die leërkorps C<sub>1</sub>; C<sub>2</sub>; C<sub>3</sub> van die vyand langs die front verdeel is. Die vriend het 'n sentrum van elektroniese inligting met 'n aantal ontvangers vir hierdie doel. Verder rapporteer 'n aantal peilstasies wat langs die front verdeel is aan hierdie sentrum. 'n Peilstasie beskik oor 'n ontvanger met 'n rigtingafhanklike antenne waardeur hulle die rigting van 'n inkomende draadlose golf kan bepaal. 'n Groep peilstasies wat deur die sentrum beheer word en waar gelyktydig metings gedoen word, kan die posisie van 'n sendstasie, wat miskien by die hoofkwartier van die bevelvoerder van 'n vyandelike eenheid geleë is, bepaal en aan die sentrum terug rapporteer. As die bevelvoerder van die eenheid C<sub>x</sub> wat nog nie geïdentifiseer is nie, bv. seine uitstuur, kan hierdie seine deur die sentrum opgeneem word. Oor die

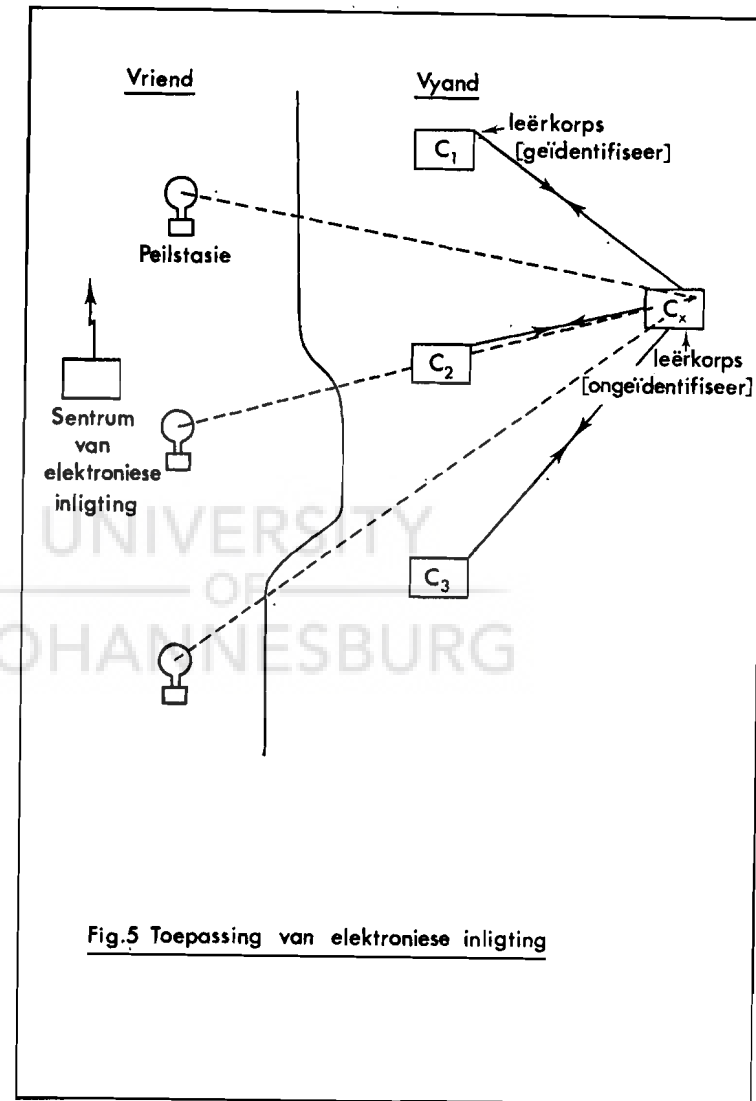


Fig.5 Toepassing van elektroniese inligting

kommunikasiekanaal tussen inligtingsentrum en peilstasies word die frekwensie en aard van kommunikasie aan die peilstasies meegedeel; bv.  $C_x$  stuur net sy kentekens uit of groepe van getalle wat kodeerde inligting bevat.

Die peilstasies bepaal die rigting en meld die resultate aan die sentrum. 'n Inligtingsoffisier bepaal die posisie van  $C_x$  op 'n kaart. Die doelrigting van  $C_x$ , wat byvoorbeeld 'n tenkkorps mag wees, kan dikwels deur die versameling en interpretasie van 'n aantal feite bepaal word, selfs in gevalle waar dit nie moontlik is om die kode van die geheime kommunikasie te ontsyfer nie. Leëenhede kommunikeer onder mekaar volgens streng dissipline en dit geld ook vir hulle draadlose kommunikasie. Gewoonlik kommunikeer 'n korps slegs direk met sy eie divisies onder hom en sy leër bo hom.

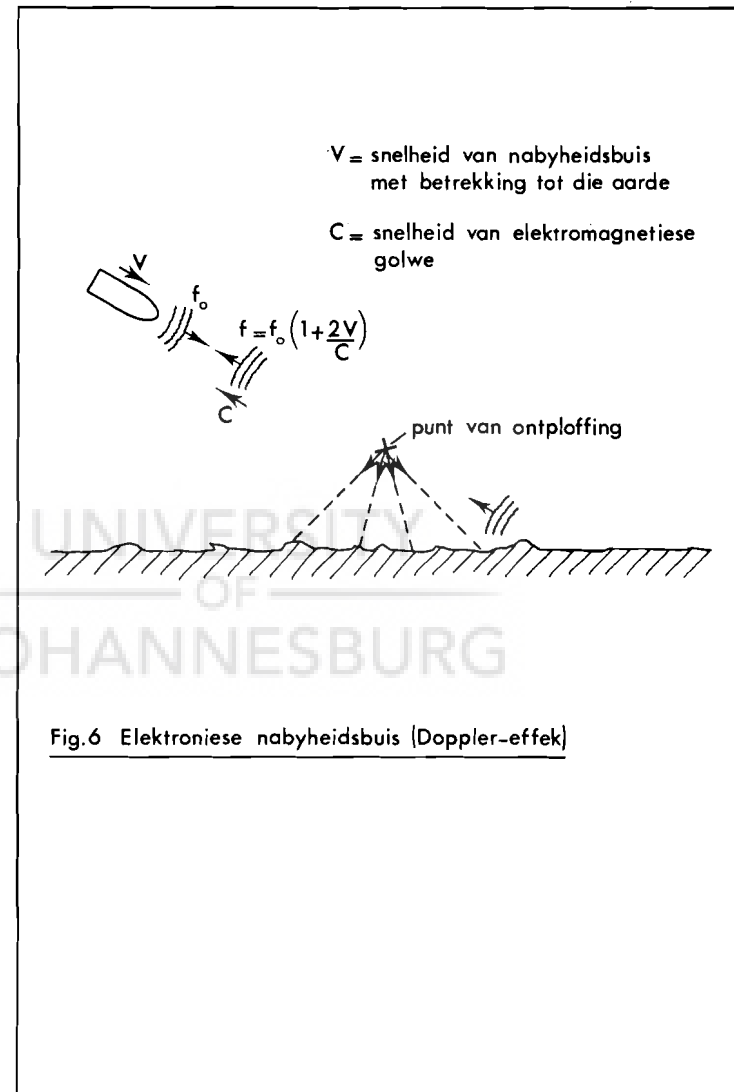
In 'n sekere leër was daar een uitsondering, naamlik dat die kommandeur van 'n korps toegelaat was om met sy buurkorps in direkte verbinding te tree. Dit het gegeld selfs in die geval waar 'n eenheid nog op pad was na sy nuwe posisie en nog ver agter die gevegsfront beweeg het. Deur na die draadlose kommunikasie mee te luister kon die identiteit en doelrigting van 'n eenheid in so 'n geval bepaal word. Vir die voorbeeld volgens figuur 5 beteken dit dat die posisie van  $C_x$  elke uur op die kaart aangeteken word; verder is dit bekend dat hy 'n posisie wil inneem tussen  $C_2$  and  $C_3$  omdat hy met hierdie twee korpse in direkte verbinding gestaan het.

Deur versameling van 'n hoeveelheid van sulke inligting ontstaan in die inligtingsentrum 'n beeld van die posisie van die vyand en sy toekomstige doelrigtings en die generaal kan hulle teenmaatreëls vroegtydig in werking stel.

Vir bogenoemde doel word kommunikasietoerusting benodig wat 'n vinnige frekwensieverandering soos wat in die vorige hoofstuk aangedui was, toelaat. Sulke moderne toerusting maak ook voorsiening vir outomatiese verandering van frekwensiekanale, wat in 'n moderne oorlog vir elektroniese inligting en vir 'n verskeidenheid take belangrik is. Outomatisering van kommunikasie is natuurlik besonder deurslaggewend indien daar min tyd is vir meeluister en om teenmaatreëls te tref, bv. slegs sekondes.

#### 4. Nabyheidsbuis

'n Oud-stryder van die tweede wêreldoorlog weet dat as hy die eerste skoot van 'n artillerie-skoot oorleef het, hy nie baie bevrees hoef te wees nie, mits die aantal skote per



oppervlakeenheid nie te groot is nie. Die bom dring diep in die aarde in en ontplof, en die skokgolf gaan hoofsaaklik na bo, terwyl die soldaat in die nabyheid plat op die aarde lê, en 'n goeie kans het om die skoot te oorleef.

'n Artillerieskoot wat binne 'n sekere afstand bo die grond ontplof, vernietig almal wat hulle binne 'n sekere straal bevind.

Die afstand van 'n vinnig bewegende bron van golwe na 'n vaste punt kan deur middel van die sogenaemde Doppler-effek gemeet word. Hierdie Doppler-effek is aan ons almal bekend. Staan bv. langs 'n straat en luister na 'n motor wat vinnig beweeg dan sal u hoor dat die frekwensie hoër word terwyl die motor na u toe beweeg en verminder nadat dit verby gery het en van u weg beweeg.

Figuur 6 toon net 'n toepassing van hierdie effek. 'n Projektiel beweeg met spoed  $v$  na die aarde. 'n Klein sender is in die kop ingebou en stuur elektromagnetiese seine met 'n frekwens  $f_0$  in die rigting waarheen dit beweeg. Die golwe word van die oppervlak weerkaats, en beweeg terug na die projektiel waar hulle in 'n elektroniese ontvanger versterk word. Die frekwensie van die weerkaatste sein is vir die bewegende bron 'n ander een, soos aangedui in figuur 6. Hierdie feit word gebruik om die skoot deur 'n elektriese sein op 'n sekere hoogte bo die grond te laat ontplof.

Dit is vanselfsprekend dat sender en ontvanger klein en betroubaar moet wees en 'n goeie weerstand teen die versnelling moet hê, dus moet dit verkieslik uit mikrostrombaankomponente bestaan.

### 5. Radar en ultrasoniese oppervlakgolwe

Afstandsbepaling deur RADAR het in die tweede wêreldoorlog 'n beslissende rol gespeel. In figuur 7 word die wesenlike dele van die stelsel aangedui. 'n Puls-generator, wat deur 'n tydskakelaar beheer word, stuur deur 'n lugdraad kort radiofrekwensieseine uit; die golwe word deur voorwerpe weerkaats; die seine word deur dieselfde lugdraad ontvang en in 'n versterker versterk. Die gebeurtenisse word in 'n katodestraalbuis vir 'n operateur sigbaar gemaak. Die tydskakelaar beweeg die straal met 'n bepaalde spoed in die horisontale rigting en seine van voorwerpe moet 'n vertikale beweging uitvoer. In figuur 7 is die afstand tussen  $S$  en  $R$

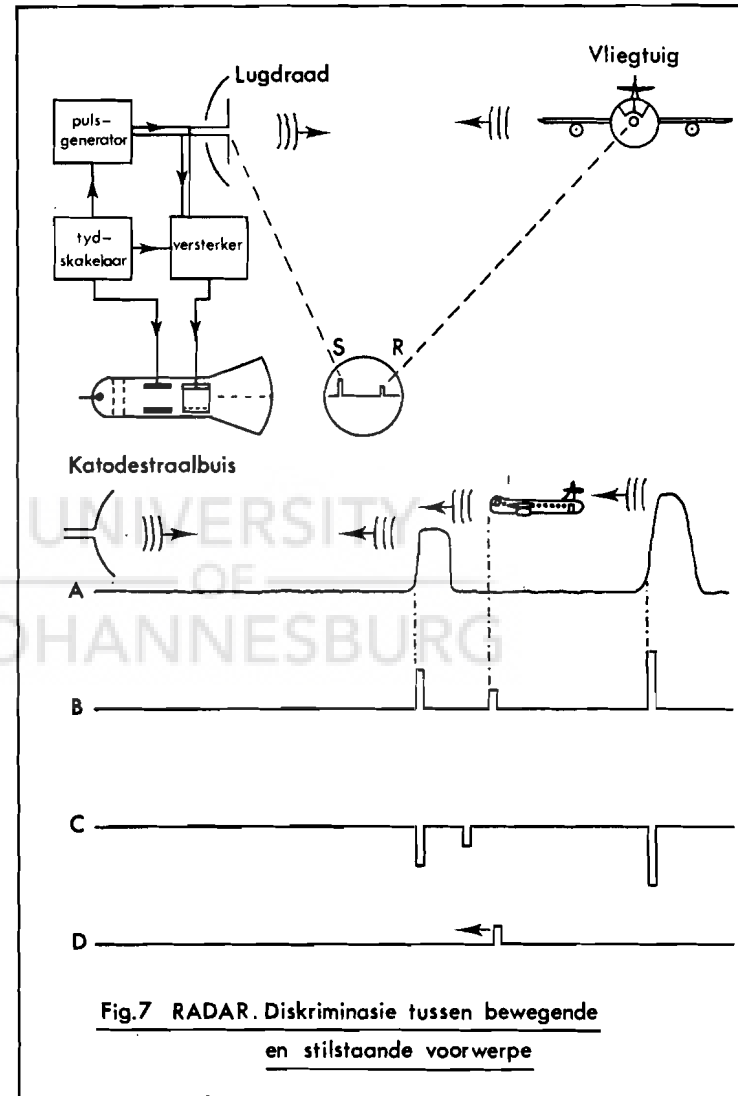


Fig.7 RADAR. Diskriminasie tussen bewegende en stilstaande voorwerpe



byvoorbeeld eweredig met die afstand tussen lugdraad en voorwerp.

Die interpretasie van die patroon op die skerm is dikwels nie 'n eenvoudige taak nie. Lyn *A* in figuur 7 wys byvoorbeeld 'n situasie in die veld waar 'n vliegtuig tussen twee berge vlieg, en lyn *B* wys die patroon wat op die skerm van die katodestraalbuis sigbaar is. In hierdie geval mag net die sein van die bewegende vliegtuig van belang wees, en hierdie sein is dikwels kleiner as dié wat deur die berge weerkaats word.

Daar kan tussen 'n sein wat van 'n bewegende, en een wat van 'n stilstaande voorwerp afkomstig is, onderskei word deur van die bogenoemde Doppler-effek gebruik te maak. 'n Ander metode is om die seine wat byvoorbeeld deur die eerste puls weerkaats word, af te trek van dié wat van die tweede puls afkomstig is. (Die pulse word periodiek uitgestuur om die lugruimte oor 'n langer periode te oorwaak.) Vir hierdie metode moet seine wat op verskillende tye ontvang word met mekaar vergelyk word, bv. die seine wat in lyn *B* aangedui is, moet gebêre word. Die sein volgens lyn *C* wat 'n oomblik later ontvang is, moet met die sein volgens lyn *B* vergelyk word. Dit kan gedoen word deur die sein van lyn *C* van dié van lyn *B* af te trek en dan word 'n patroon sigbaar soos dié wat in lyn *D* aangedui is. Die radarstasie, wat in hierdie geval op 'n sekere plek op die grond geplaas is, ontvang natuurlik seine van dieselfde berge met dieselfde tydinterval terwyl die tydinterval van die sein van die vliegtuig wat bv. in die rigting van die radarstasie beweeg, kleiner word.

Die stoor van elektromagnetiese seine oor 'n betreklik lang tydperk (in hierdie verband beteken „lang” bv. 1 mikrosekonde) is moeilik in 'n elektromagnetiese verdragingslyn uitvoerbaar. ('n Verdragingslyn is 'n substelsel wat in sy ingang seine kan opneem wat na 'n sekere tydperk op sy uitgang weer beskikbaar is.) Die spoed van elektromagnetiese golwe is so hoog dat baie lang geleiers vir hierdie taak benodig sou word: dit maak hierdie benadering tegnies onprakties. Gelukkig is die spoed van klank in 'n vaste stof ongeveer  $10^5$  maal kleiner. As die elektriese sein in 'n ultrasoniese sein verander word, en 'n klankgolf deur 'n vaste stof gestuur word, kan 'n fisies klein verdragingslyn opgebou word. Baie hoë klankfrekwensie is noodsaaklik vir fisies klein afmetings.

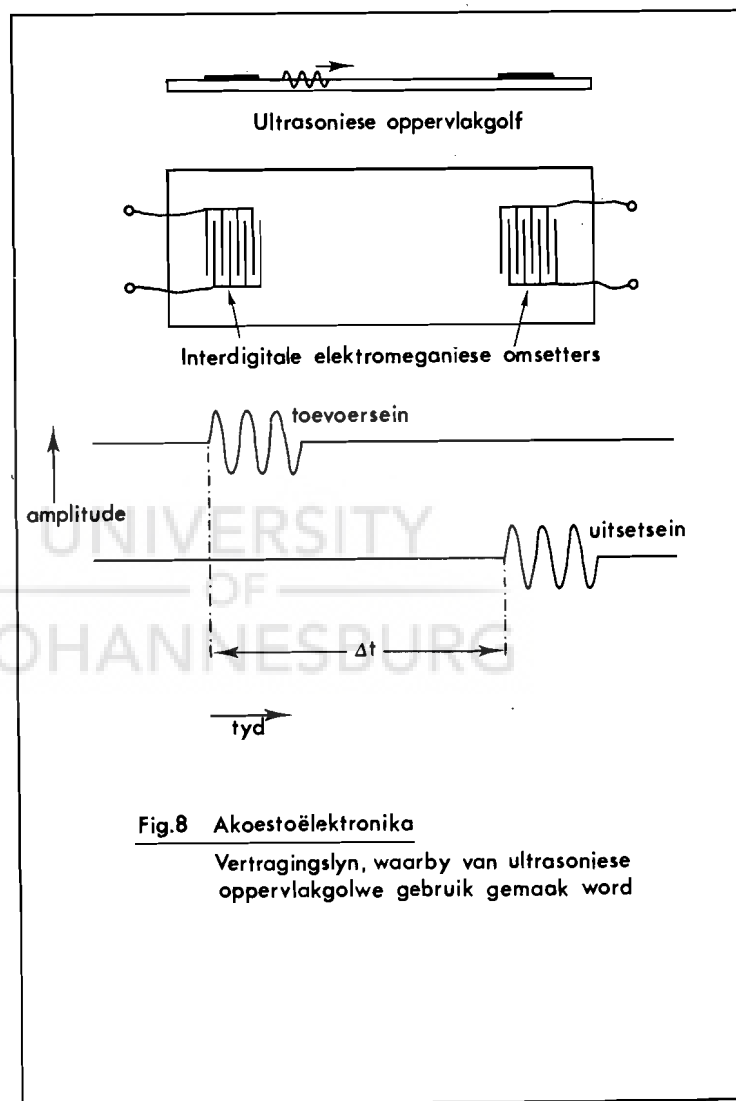
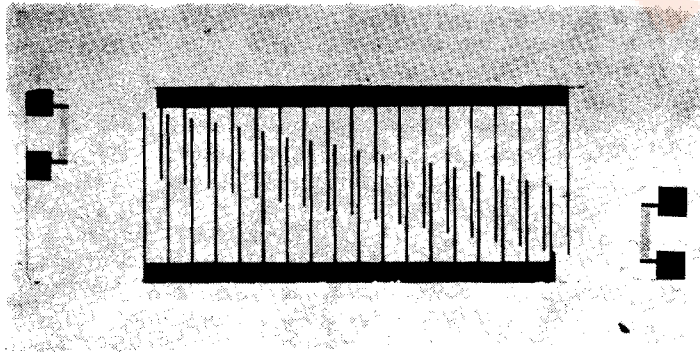


Fig.8 Akoestoëlektronika

Verdragingslyn, waarby van ultrasoniese oppervlakkgolwe gebruik gemaak word

'n Moderne oplossing word in figuur 8 aangedui. 'n Kamvormige geleier word op 'n piësoëlektriese materiaal opgedamp. ('n Piësoëlektriese materiaal het 'n kristallografies onsimmetriese sentrum en gevolglik veroorsaak 'n elektriese veld 'n meganiese beweging, en omgekeerd.) 'n Elektriese veld tussen die twee kam-elektrodes veroorsaak 'n meganiese beweging van die molekule in die piësoëlektriese materiaal.

Word die frekwensie van die elektriese sein en die afstand tussen tande van die kam so gekies dat daar geen faseverskil is wat die tande van die kam betref nie, dan word 'n ultrasoniese oppervlaktgolf opgewek wat bv. na regs beweeg langs die grenslyn tussen die substraat en lug totdat die ultrasoniese golf 'n soortgelyke kam op die regterkant bereik. Hier vind die omgekeerde plaas, nl. die ultrasoniese golf wek 'n elektriese sein tussen die elektrodes van die kam op. Met hierdie eenvoudige samestelling word die basiese probleem van die bogenoemde radarstelsel opgelos. Elektriese seine wat aan die linkerkant ingestuur word (figuur 8) verskyn op die regterkant met 'n tydverskil wat van die spoed van klank in die vaste stof en van die afstand tussen die twee kamme afhang. Figuur 9 wys 'n foto van 'n ultrasoniese verdragingslyn.



Streng gesproke is sulke ultrasoniese substelsels nie elektronies nie. Dit is in die grensgebied tussen elektronika en fisika.

Soortgelyke ultrasoniese verdragingslyne word ook in die sogenoemde PAL-beeldradiostelsel gebruik. Die TV-beeld is in horisontale lyne opgedeel. Elke lyn word met die vorige vergelyk om sekere kleurkorreksies moontlik te maak, iets wat 'n besondere voordeel van die PAL-stelsel is. Hiervoor moet 'n sein ongeveer 80 mikrosekondes lank gestoor word, en dit gebeur in 'n ultrasoniese verdragingslyn.

## 6. Sonar

Sonar het dieselfde betekenis vir die vloot as radar vir die lugmag. Terwyl radar met elektromagnetiese golwe in die medium lug werk, word in sonarstelsels van klankgolwe in water gebruik gemaak. Die basiese beginsel van radar en sonar is dieselfde. Kortliks: pulse word uitgestuur, deur voorwerpe (wat in hierdie geval duikbote of rotse mag wees) weerkaats en deur dieselfde stelsel ontvang en op 'n katodestraalbuis sigbaar gemaak.

As voorbeeld van die toepassing van die sonarstelsel word in figuur 10 'n „denkende” torpedo genoem. In die moderne oorlog word 'n torpedo dikwels vanaf 'n helikopter in die water gewerp en daarna volg die torpedo 'n loopbaan ooreenkomstig geprogrammeerde instruksies. 'n Klein rekenaar wat die meganiese stuur beheer, laat die torpedo bv. 'n spiraalbaan soos in die figuur aangedui, volg. Gelyktydig soek die torpedo met sy sonar na voorwerpe. 'n Elektriese puls word deur middel van 'n soniese of ultrasoniese omsetter in klankpuls verander wat in die water gestuur word. Hierdie puls word deur voorwerpe (bv. duikbote, rotse of die seabodem) weerkaats en die weerkaatste energie word in hierdie voorbeeld deur twee mikrofone wat op die kop van die torpedo geplaas is, ontvang. Die afstand tussen duikboot en torpedo kan deur 'n tydmeter, soortgelyk aan dié wat bo onder die radarstelsel bespreek is, bepaal word, terwyl die rigting deur 'n faseverskil in die twee mikrofone bestem kan word, wat 'n soortgelyke funksie uitoefen as die twee ore van 'n mens wat goeie rigtingbepalings toelaat. Het die torpedo die regte inligting op hierdie wyse bekom, dan bepaal sy rekenaar die koers en die torpedo volg die rigting na die duikboot en verhoog miskien sy spoed om vinniger sy teiken te bereik. Indien dit nie 'n teiken kan vind nie, kry dit van sy rekenaar instruksies om na die oppervlak terug te kom waar hierdie besonder duur toerusting herwin word vir die volgende aksie.

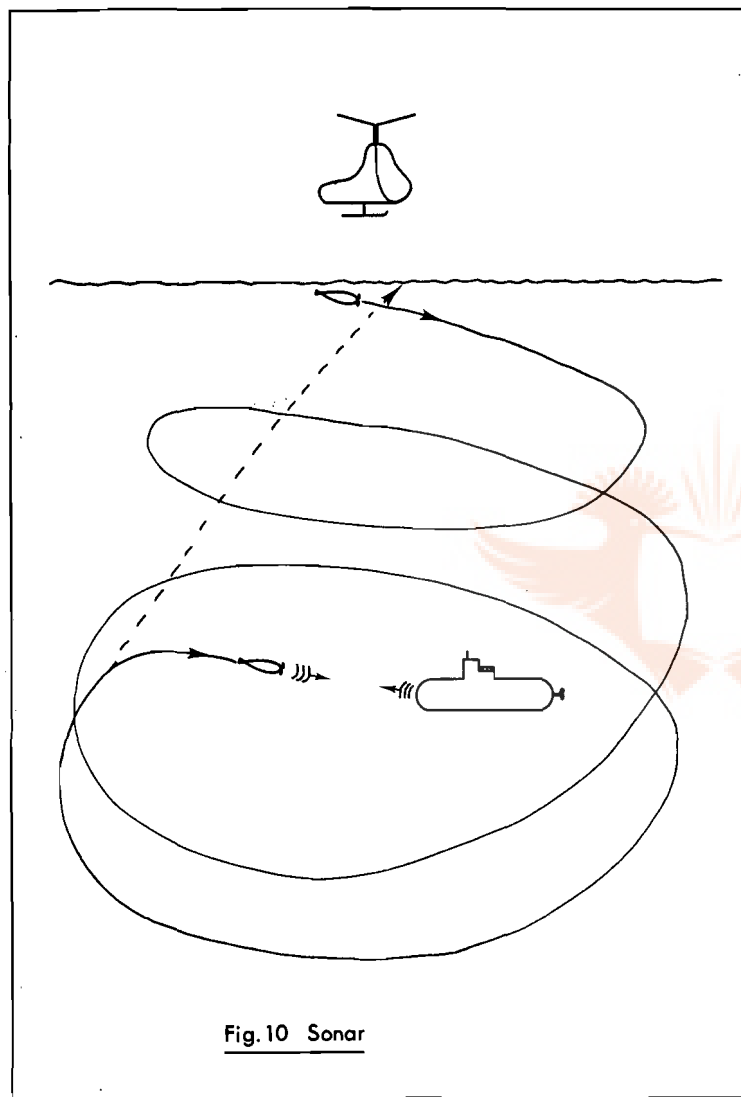


Fig.10 Sonar

Die „denkende” torpedo is weer ’n voorbeeld van die toepassing van mikrostroombane omdat die ruimte wat vir die beheerstelsels en die sonarstelsel beskikbaar is, beperk is. Deur gebruik te maak van mikrostroombane kan ’n meer gesofistikeerde rekenaar en beheerstelsels binne dieselfde ruimte ondergebring word. Ook moet die torpedo bestand wees teen rowwe behandeling, veral terwyl hy in die water gewerp word en gedurende die herwinningsprosedure.

#### 7. Die noodsaaklikheid van aanpassing, verandering en modifikasies van elektroniese stelsels

Die toepassing van elektroniese stelsels in wapentuig het al hoe meer toegeneem. Die kapitaalbelegging in elektronika in ’n moderne vliegtuig is amper die helfte van die totale koste van die vliegtuig en by sekere vlootvaartuie oorskry die koste van die elektronika dié van die res van die skip. Hierdie feite weerspieël nog nie die werklike belegging in elektronika nie. Terwyl die bruikbare lewensduur van ’n vliegtuig op 15 tot 20 jaar beraam kan word, het die elektroniese stelsel in vrede tyd ’n lewensduur van slegs miskien 5 jaar, nie omrede die beperkte betroubaarheid daarvan nie maar omdat die elektroniese stelsel as gevolg van nuwe ontwikkelinge verouderd raak.

Tydens ’n oorlog mag hierdie tyd aansienlik kleiner wees; die volgende voorbeeld uit die tweede wêreldoorlog kan as illustrasie dien.

Die vyand het ’n radarstelsel om duikbote op te spoor, ontwikkel. Die eie vloot het gereageer deur ’n ontvanger wat die uitstraling van die vyandelike radarseine ontvang, vir die duikbote beskikbaar te maak om die kaptein betyds te waarsku. In hierdie voorbeeld is van ’n ontvanger met ’n ossillator soos aangedui in figuur 1a gebruik gemaak. Die vyand het gereageer deur vir sy vliegtuie ’n ontvanger beskikbaar te maak wat op die uitstraling van die ossillator, wat nou in die duikboot ingebou is, ingestem was. Hierdeur het die posisie vir die duikbote erger geword as tevore. Die eie vloot het weer gereageer deur vir die duikbote ’n herontwerpte ontvanger beskikbaar te maak wat nie ongewenste energie uitstraal nie.

Elke stap van ontwikkeling en vervaardiging en indiensneming het in hierdie geval gedurende twee maande plaas-

gevind met 'n ingenieursoffisier van die vloot wat aan die einde van die produksielyn gewag het om die apparate in gebruik te neem.

Daar word aanvaar dat in 'n hedendaagse oorlog elektroniese stelsels, veral die vir inligtings- en teeninligtings-maatreëls, vinniger aangepas moet word. Hierdie taak moet in sekere gevalle nie binne maande nie, maar binne dae, afgehandel word.

Hierdie, en ook ander belangrike oorwegings, beklemtoon die noodsaaklikheid daarvan dat 'n land oor sy eie ontwikkelings- en produksiekapasiteit moet beskik sodat dit nuwe toerusting kan ontwikkel en gekoopte toerusting kan aanpas.

#### **8. Kompleksiteit van moderne wapens**

Sommige moderne wapens is moeilik om te ontwikkel, op te bou en te onderhou, maar die gebruik daarvan in die veld is dikwels baie eenvoudig. As voorbeeld mag 'n ligte vuurpyl dien wat deur ongeskoolde persone afgevuur kan word deur slegs naasteby op 'n vliegtuig te mik en af te skiet. Hierdie ontwikkeling kan tot groot nadeel wees vir 'n klein land wat oor slegs 'n beperkte aantal geskoolde soldate beskik. In 'n moderne oorlog word die ontwikkelingslaboratorium, die nywerheid en die koop- en onderhoudsafdelings van die leër al hoe belangriker en daar kan beweer word dat so 'n oorlog in die laboratorium gewen of verloor word.

Hierdie ontwikkeling stel hoë eise aan die tegniese kolleges en universiteite, wat die verantwoordelikheid het om geskoolde mannekrag vir hierdie nuwe situasie op te lei.

#### **9. Samewerking tussen elektriese ingenieurs en fisici**

'n Aantal moderne elektroniese metodes is deur fisici ontwikkel. Die Dopplerstelsel, radar, sonar, ultrasonika en ook die beginsels van mikro-elektronika is voorbeelde van ontwikkelings waarvan die beginsels deur fisici ontdek en later deur gemeenskaplike spanne bestaande uit elektriese ingenieurs en fisici verder ontwikkel is. Vir tegniese ontwikkeling op bogenoemde gebiede is vandag oorheersend ingenieurs in navorsingslaboratoriums verantwoordelik, maar

samewerking met fisici om huidige metodes te verbeter en basiese nuwe metodes te ontwikkel word steeds belangriker.

Die feit dat al hoe minder jong Suid-Afrikaners geneig is om fisika as hoofvak te neem belemmer verdere ontwikkeling en benadeel nie slegs die ingenieurswese nie maar die hele land.

Op fisici self doen ek 'n beroep om meer in rigting belang te stel wat in die buiteland tegniese fisika genoem word, veral navorsing op die gebiede van die klassieke fisika. Ek stel die vraag: hoeveel fisici stel by vandag nog belang in magnetiese velde of basiese meganiese stelsels, wat ook vir die moderne oorlogontwikkeling van belang is.

Afsluitend kan gesê word dat elektronika 'n belangrike rol speel by 'n land se verdediging, maar die ingenieur moet sy bydrae nie oorskakel nie. Die mens self is nog steeds die belangrikste faktor.

Sonder liefde vir sy vaderland, vertroue in God en 'n bereidwilligheid om ontberings te weerstaan, is alle moderne wapentuig nutteloos.



UNIVERSITY  
OF  
JOHANNESBURG