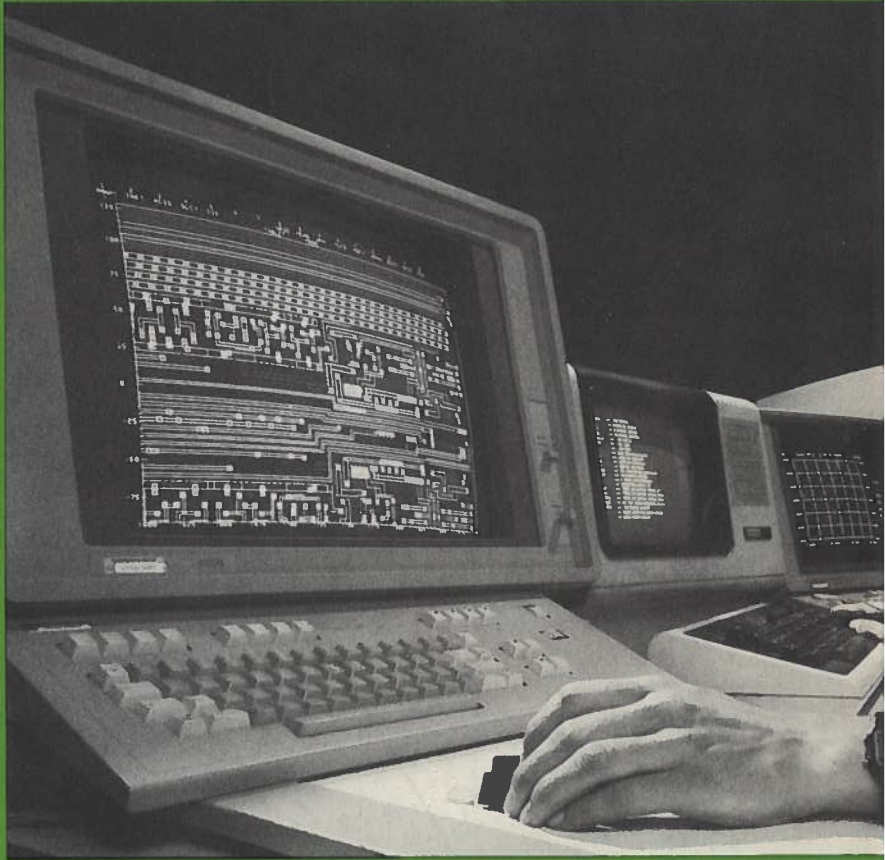
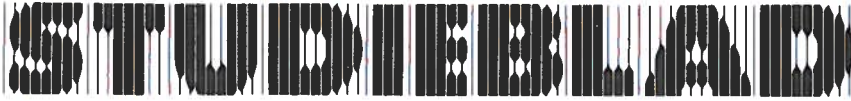


# technische informatie voor ptt medewerkers





ptt

## **technische informatie voor ptt medewerkers**

**uitgave** PTT Telecom (voorheen AbvaKabo en CFO)  
**hoofdredacteur** drs. Y. M. van der Veen  
**redactie** P. J. Boomgaard, ing. B. Kieboom, R. Scholma  
**sekretariaat** mw. F. Stulp-Huttema  
tel. 050 - 60 37 32  
**corr.-adres** PTT Telecom Opleidingscentrum,  
Postbus 13 000, 9700 EA Groningen  
telefax 050 - 140990; telex 77053;  
Memocom NPS 1452  
**abonnement** f 18,- per jaar. Voor niet-PTT-ers f 30,- per jaar  
Verschijnt maandelijks  
**drukkerij** Uitgeverij en Drukkerij Smits B.V.,  
Westeinde 135, 2512 GW Den Haag.

---

## **Inhoudsopgave**

- Blz. 97      Berekeningen aan elektrische netwerken**
- Blz. 107     ACL Een nieuwe digitale IC-familie**
- Blz. 110     Digitale proeftuin bij Nijmeegse Universiteit**
- Blz. 113     Nuttige warmte uit heet gesteente**
- Blz. 116     Informatie technologie**
- Blz. 117     Wetenswaardig**
- Blz. 121     Persberichten**

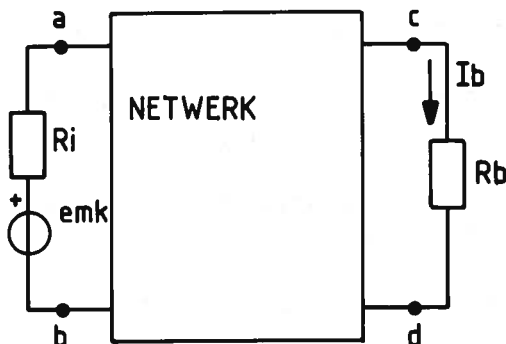
# Berekeningen aan elektrische netwerken

## Hoofdstuk 2 – Het theorema van Thévenin.

Zoals reeds eerder gezegd kunnen we met het theorema van Thévenin berekeningen aan gecompliceerde netwerken sterk vereenvoudigen.

We zullen ons voorlopig beperken tot netwerken met één spanningsbron, die alleen lineaire weerstanden bevatten. Zo'n netwerk vormt als het ware een vierpool.

Op de ingangsklemmen wordt de spanningsbron aangesloten, op de uitgangsklemmen de belasting  $R_b$ . zie afb. 4.



afb. 4.

Stel dat we de stroom  $I_b$  willen berekenen. Het netwerk zelf kan zeer gecompliceerd zijn.

Nu is het mogelijk om met behulp van het theorema van Thévenin de gehele schakeling te vereenvoudigen tot afb. 5.

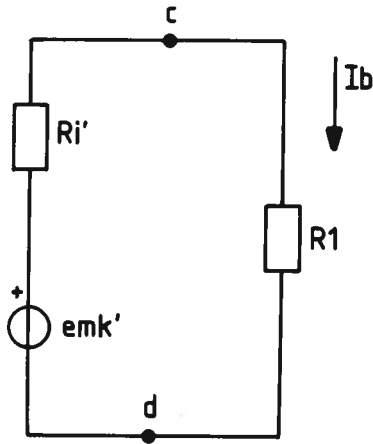
De emk met  $R_i$  in serie vormt de Théveningenerator.

We zien een hele nieuwe generator met een nieuwe emk en een nieuwe  $R_i$ . Op de uitgang c d is de belasting  $R_b$  aangesloten. Het berekenen van  $I_b$  is nu eenvoudig.

De vraag rijst nu natuurlijk wel:

Hoeveel Volt is die emk en hoeveel Ohm is die  $R_i$ ?

Dat heeft meneer Thévenin voor ons uitgeplozen en hij heeft het als volgt



afb. 5.

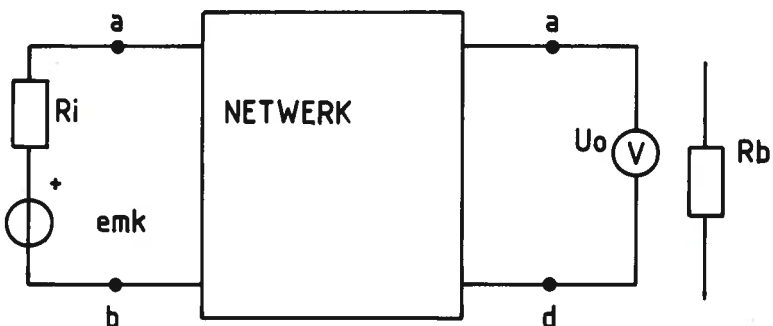
omschreven (sterk vereenvoudigd):

leder netwerk, dat is opgebouwd uit omsche weerstanden met één spanningsbron en dat twee uitgangsklemmen bevat, kan worden vervangen door een theoretische generator.

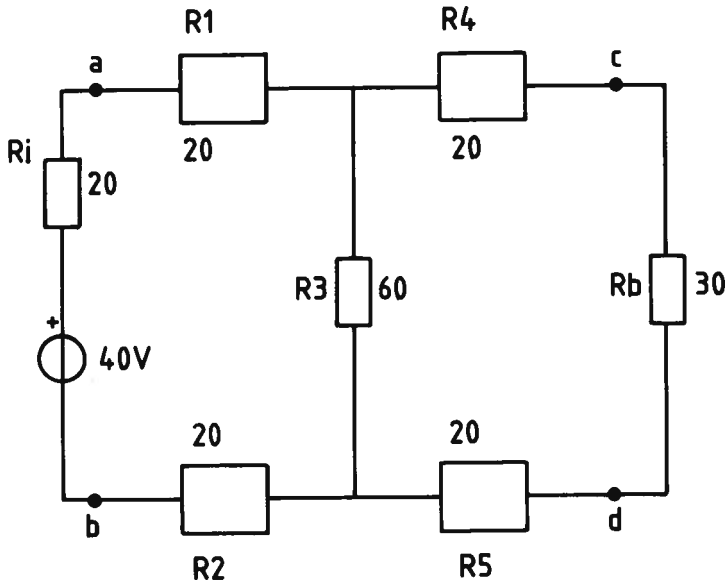
Deze generator heeft een emk gelijk aan de open (onbelaste) spanning aan de ingangsklemmen van de oorspronkelijke schakeling. In serie met deze emk een inwendige weerstand  $R_i$ , die gelijk is aan de berekende weerstandswaarde aan de uitgangsklemmen van de oorspronkelijke schakeling, waarbij we de oorspronkelijke emk als kortsluiting moeten beschouwen.

Aan de hand van deze omschrijving kunnen we de emk en  $R_i$  van afb. 5 bepalen.

De emk van de nieuwe generator is gelijk aan de open of onbelaste uitgangsspanning.

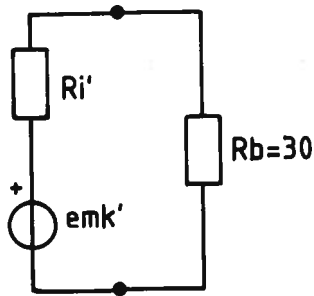


afb. 6.



*Oplossing:*

We moeten deze schakeling vereenvoudigen tot afb. 9, via afb. 9a.



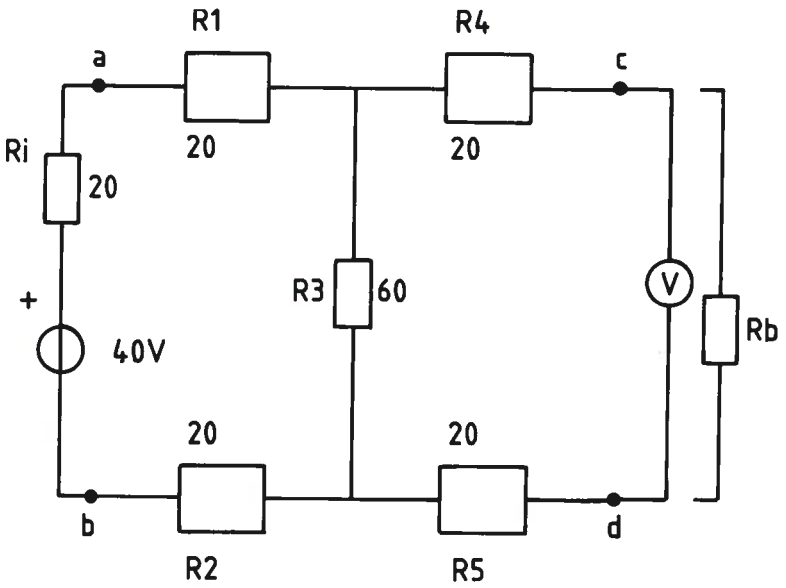
afb. 9a.

Hierin is de emk gelijk aan de spanning tussen c en d.

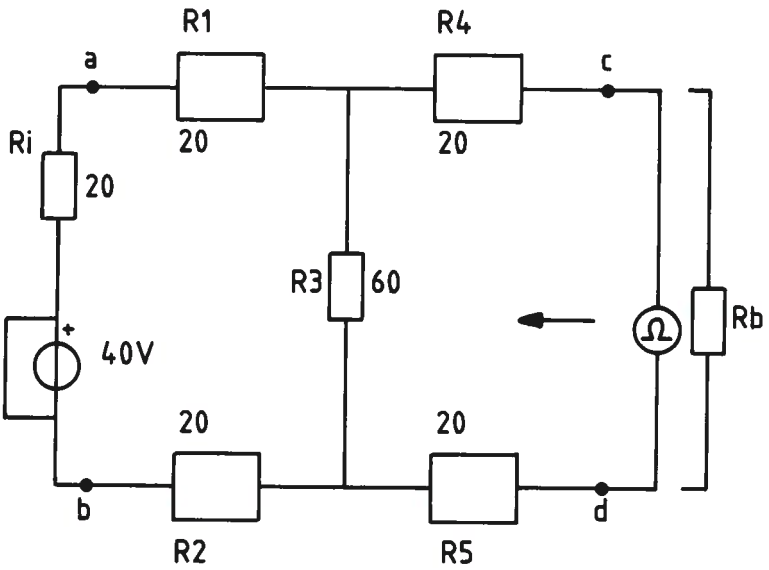
Deze is:

R4 en R5 zijn stroomloos.

$$U_{cd} = U_{r3} = \frac{60}{20+20+60+20} \times 40 = 20V$$



afb. 10.



afb. 11.

spronkelijke stroombron als isolatie beschouwd).  
 Deze omschrijving geeft antwoord op onze vraag.  
 We zullen dit nader bekijken. Zie afb. 15.

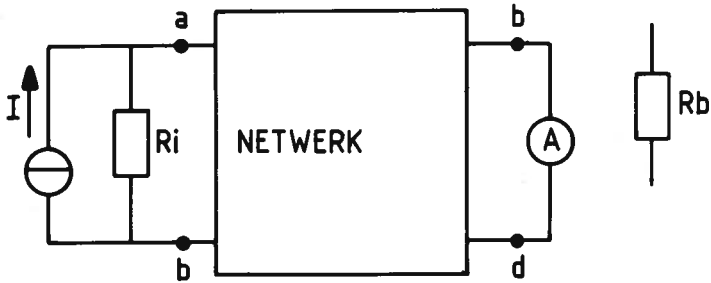
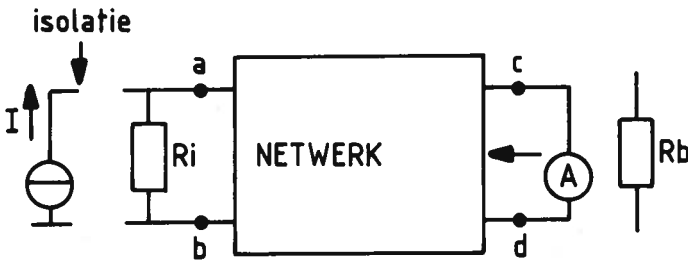


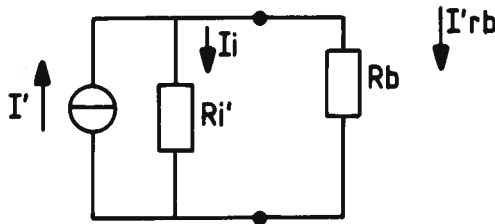
fig. 15.

We nemen  $R_b$  los en meten of berekenen de kortsluitstroom. Deze is gelijk aan de  $I$  van de Nortongenerator. Zie afb. 16.



afb. 16.

We laten  $R_b$  los en berekenen de weerstand aan de uitgangsklemmen.  
 Deze is gelijk aan de  $R_i$  van de Nortongenerator.  
 Met deze  $I$  en  $R_i$  zijn alle gegevens van de Nortongenerator afb. 16 bekend.  
 We kunnen nu eenvoudig  $I' r_b$  berekenen. Zie afb. 17.



afb. 17.

$$I_i : I'_{rb} = \frac{1}{R_i} : \frac{1}{R_b}$$

$$I_i = I_{rb} = I_t$$

$$I_{rb} = \frac{R_i}{R_i + R_b} \times I_t$$

*Een uitgewerkt rekenvoorbeeld*

Ook hier is het gemakkelijk genoeg om zonder Norton op te lossen maar het gaat om de vier stappen zoals bij Thévenin.

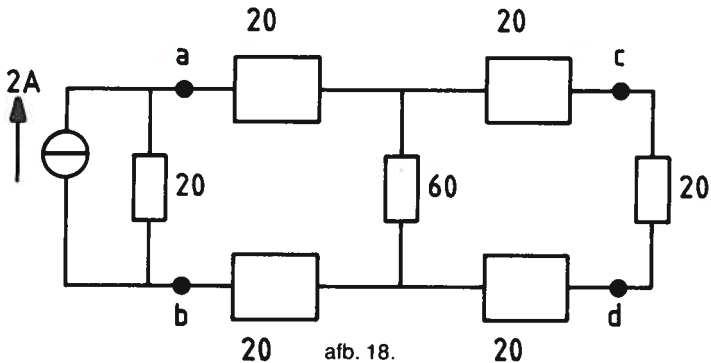
*Opgave*

Een stroombron die een constante stroom levert van 2A heeft een inwendige weerstand van 20 ohm.

Hierop is aangesloten het netwerk volgens afb. 17.

Bereken met behulp van het theorema van Norton de stroom door  $R_b$ .

We moeten deze opgave trachten te vereenvoudigen tot afb. 20. En hiervan de  $I$  en de  $R_i$  bepalen.



We beginnen met het bepalen van  $I$ . Dit is de kortsluitstroom tussen  $cd$ .

We nemen  $R_b$  los en meten of berekenen de kortsluitstroom tussen  $cd$ .

De vervangingsweerstand van het netwerk is

$$\frac{(20+20) \times 60}{20+20+20} + 20 + 20 = 64$$

$$I_1 = \frac{20}{84} \times 2 = \frac{40}{84} \text{ A}$$

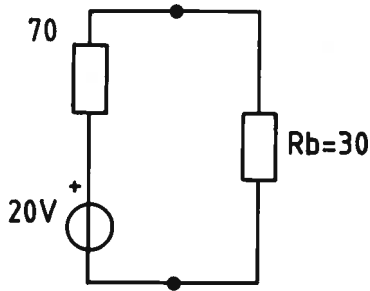


De inwendige weerstand  $R_i$  in dit geval:

$$R_i' = R_{cd} = \frac{(20+20+20) \times 60}{20+20+20+60} + 20 + 20 = 70\Omega$$

De oorspronkelijke emk als kortsluiting.

We kennen nu emk en  $R_i$  en dit levert afb. 12.



afb. 12.

De gevraagde spanning over  $R_b$  bedraagt:

$$U_{Rb} = \frac{30}{30+70} \times 20 = 6 \text{ Volt}$$

Natuurlijk hadden we in dit geval ook gemakkelijk met de wet van ohm de zaak opgelost.

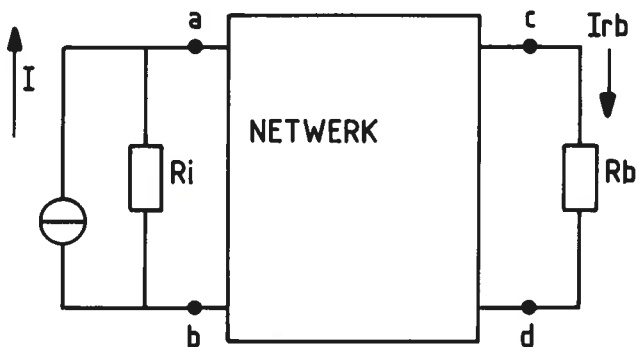
Het voordeel komt pas om de hoek kijken wanneer bijv.  $R_b$  een wisselende belasting zou zijn, en we  $U_{Rb}$  moesten berekenen bij  $R_b$  30, 40, 50 enz. ohm. En natuurlijk bij gecompliceerde schakelingen zoals die voorkomen in hoofdstuk 5.

### Hoofdstuk 3 – Het theorema van Norton

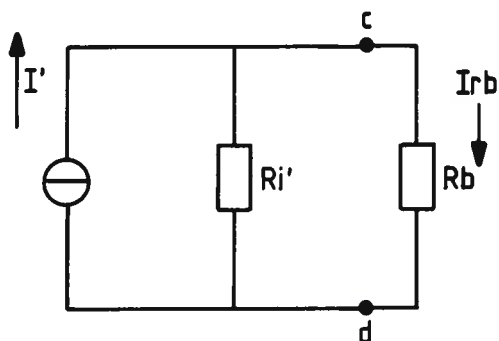
Omdat we een energiebron zowel door een spanningsbron – als een stroombronvervangingschema kunnen voorstellen, moet het ook mogelijk zijn om een schakeling met een stroombron sterk te vereenvoudigen.

Stel dat we in afb. 13 de stroom door  $R_b$  willen berekenen.

Het zou dan prettig zijn wanneer we deze opgave konden vereenvoudigen tot afb. 14.



afb. 13.



afb. 14.

De stroombron  $I$  vormt met de  $R_i$  hieraan parallel de Nortongenerator. Evenals bij de spanningsgenerator zullen we ons moeten afvragen: hoe groot is  $I$ , en hoe groot  $R_i$ ?

Weten we die, dan is het berekenen van  $I_{rb}$  weer eenvoudig.

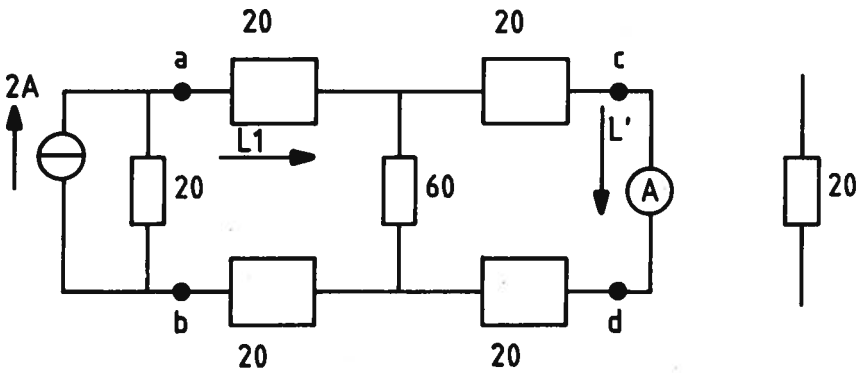
Op deze vraag geeft het theorema van Norton ons antwoord.

Dit luidt (sterk vereenvoudigd):

Ieder netwerk, dat is opgebouwd uit ohmsche weerstanden en dat één stroombron en twee uitgangsklemmen bevat, kan worden vervangen door één stroomgenerator.

Deze levert een constante stroom gelijk aan de kortsluitstroom tussen de klemmen van de oorspronkelijke schakeling.

Parallel aan deze stroombron vinden we de inwendige weerstand  $R_i$ , waarvan de waarde gelijk is aan de berekende weerstand aan de uitgangsklemmen van de oorspronkelijke schakeling. (hierbij wordt de oor-

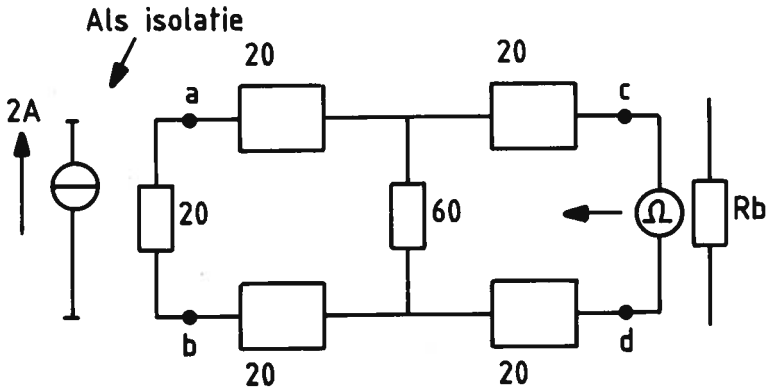


$$I + \frac{6}{10} \times I1 = \frac{6}{10} \times \frac{40}{84} = \frac{6}{21} \text{ Ampère}$$

Vervolgens bepalen we de Ri.

Dit is de berekende weerstand tussen c en d, waarbij we de stroombron als een isolatie beschouwen.

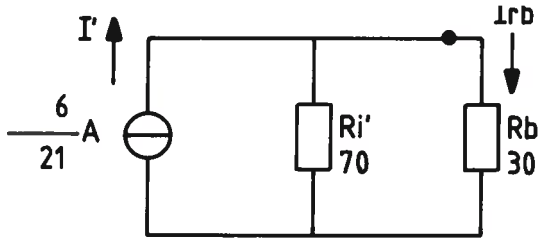
$$Ri'' = \frac{(20+20+20) \times 60}{20+20+20+60} + 20+20 = 70 \text{ ohm}$$



afb. 19.

Van de Nortongenerator is nu de stroomsterkte en de inwendige weerstand bekend. De stroom door de belastingweerstand Rb is nu eenvoudig te berekenen.

$$I_{rb} = \frac{7}{10} \times \frac{6}{21} \text{ Ampère.}$$



afb. 20.

Al met al zult u zeggen een omslachtig gedoe.

Maar stel nu eens dat  $R_b$  variabel is en u de stroom door  $R_b$  een keer of tien moet berekenen.

Daarnaast komt het stroomvervangingschema steeds meer voor in de transistortechniek, waar de transistor vervangen gedacht wordt door een stroomgenerator en waar we met behulp van parameters aan moeten rekenen.

(Wordt vervolgd)

# ACL Een nieuwe digitale IC-familie

drs. C. Vader

*In de IC-ontwikkeling gaat de publieke belangstelling vooral uit naar megachips, een ontwikkeling die zeker de krant haalt. dat er ook „eenvoudige” IC's zijn waarvan de ontwikkeling niet stilstaat, ontsnapt vaak aan de aandacht. En dat is ten onrechte. Wie een circuitkaart van een computer, een telefooncentrale of een ander geavanceerd elektronisch systeem bekijkt, zal ontdekken dat behalve rijen geheugens en een paar grote processor IC's, de platen druk bezet zijn door horden eenvoudige IC's, SSI (Small Scale Integrated) en MSI (Medium Scale Integrated) circuits.*

## Verkortingen en verklaringen:

- MOS** : Een IC-techniek waarbij het actieve deel van de chip bestaat uit 3 lagen:  
Metaal (tegenwoordig meestal polysilicium)  
Oxide (siliciumoxide = glas)  
Semiconductor (halfgeleidermateriaal, meestal silicium).  
Met als functies:  
Metalen besturingselektrode, geïsoleerd van de onderliggende halfgeleider; oxide dielectricum van 0,05  $\mu\text{m}$  of nog dunner en daaronder het Semiconductor chipmateriaal.
- CMOS** : Complementaire MOS (met p- en n-geleiding).
- COSMOS** : CMOS van RCA, het betekent COmplementary Symmetry MOS.
- McMOS** : CMOS van Motorola.
- LOC MOS** : CMOS van Philips.
- ISO-CMOS** : CMOS van Fairchild en andere fabrikanten.
- HC-MOS** : High Speed CMOS.
- TTL** : Transistor-Transistor Logic, tussen 1970 en 1980 de belangrijkste digitale IC-techniek.
- Schakel-drempel** : Ingangsspanning waarbij de uitgangsspanning omschakelt van hoog naar laag of van laag naar hoog.

## **De toekomst van de digitale elektronica is aan de C-MOS-techniek**

Deze techniek kwam 20 jaar geleden van de grond bij RCA voor een ruimtevaartproject. Hoewel in het buitenaardse ruimte en energie te over zijn, geldt in een ruimtevaartuig het tegendeel. Ook bij dit ruimtevaartproject had een zuinig energieverbruik de allerhoogste voorrang. RCA is voorbeeldig geslaagd en heeft een toekomstwijzend werkingsprincipe ontwikkeld dat al jarenlang bezig is alle andere IC-technieken voorbij te streven.

In principe is een C-MOS-circuit een elektrostatisch bestuurd schakelaar waarvan de uitgang hetzij met de positieve, hetzij met de negatieve voedingsaansluiting geleidend wordt verbonden. Er wordt zo goed als geen ruststroom verbruikt (de ruststroom wordt uitgedrukt in nano-ampères) ( $10^{-9}$ ) en het dynamische stroomverbruik tijdens schakelen kan beperkt blijven tot dicht bij een theoretisch minimum. Het theoretische minimale schakelvermogen =  $f \cdot C \cdot V^2$  ( $f$ : werkfrequentie,  $C$ : capaciteit waarmee de uitgang is belast,  $V$ : voedingsspanning).

In de C-MOS-techniek gaat de ontwikkeling niet met zevenmijlslarzen. Kleine verfijningen, die elkaar in strakke regelmaat opvolgen, zorgen ervoor dat C-MOS-circuits niet alleen de zuinigste, maar bovendien zeer snel schakelende en daarmee ook de beste IC's zijn.

De nieuwste LC-familie die bij Philips produktierijp wordt gemaakt is Advanced C-MOS Logic, ACL.

Omdat door de lage vermogensdispensatie ACL bij uitstek geschikt is voor circuits met dichtbezette kaarten in krappe behuizing, worden alle typen ook geleverd in de Small Outline (SO)-uitvoering voor oppervlaktemontage.

Dat is een techniek die in toenemende mate gebruikt wordt voor automatische assemblage van elektronische apparatuur en waarmee een flinke besparing aan gewicht en omvang mogelijk is.

Philips ACL rekent af met de oude typische C-MOS-problemen als spontaan optreden van geleidende toestand tussen de + en - voeding, waardoor de chip onherstelbaar wordt beschadigd (latch-up) en elektrostatische kwetsbaarheid. De laatste hindernissen die voor C-MOS moeilijk te nemen waren, zijn de hoge schakelsnelheid en uitgangsstroombelasting, nodig voor enkele bussystemen en digitale transmissie.

ACL komt in twee versies beschikbaar:

- de serie met type-aanduiding 74 AC voor samenwerking met C-MOS systemen. De voedingsspanning hiervoor ligt tussen 2 V en 5,5 V en de

- schakeldrempel is C-MOS compatible, nominaal gelijk aan de halve voedingsspanning;
- de serie met type-aanduiding 74 ACT voor samenwerking met TTL-systemen. De voedingsspanning hiervoor is  $5 \pm 0,5$  V en de schakeldrempel is TTL compatible, nominaal 0,5 V.

## Productieproces

ACL wordt geproduceerd in een  $1 \mu\text{m}$ -proces met dubbele ondergrond-dotering en titanium disilicide contactlaag voor een zo laag mogelijke contact- en interconnectieweerstand. Dit gecombineerd met oxide zijwand gate-definitie maakt hoge schakelsnelheid en belastbaarheid mogelijk, waarmee de snelste TTL-circuits worden geëvenaard: interne vertraging 3 nanos frequentiebereik 150 MHz en uitgangsbelaasting tot 24 mA zowel = als -.

Een hoge schakelsnelheid brengt steile schakelflanken met zich mee. Een probleem hierbij is de zelfinductie van de interne bedrading tussen chip en externe aansluitpunten. Er ontstaan stoorpieken op het uitgangssignaal en voedingsruis waardoor de werking van andere IC's op de kaart wordt beïnvloed. Dit probleem is bij ACL opgelost door af te stappen van de traditionele indeling van de aansluitpunten langs de randen van het IC met de voedingsaansluitingen op de tegenovergelegen hoeken. ACL heeft voedingspootjes op het midden van elke zijkant, waardoor de verbinding hiervan naar de chip zo kort mogelijk kan zijn en daarmee de inductie minimaal. Alle ingangen zijn aan 1 kant van het IC, alle uitgangen aan de andere kant en eventuele besturingsingangen (bijvoorbeeld enable-functie) op de hoeken.

Hoewel daardoor ACL niet meer zo functioneel uitwisselbaar is met overeenkomstige IC's in TTL- en HC-MOS-uitvoering, wordt hiermee wel de systeembetrouwbaarheid verbeterd, het prentkaartontwerp eenvoudiger en wordt op de kaart ruimte bespaard doordat minder ruimte verloren gaat aan voedings- en interconnectiesporen.

ACL-IC's zijn volledig gebufferd (het uitgangssignaal wordt bepaald door de voedingsspanning en de stand van het ingangssignaal t.o.v. de schakeldrempel, maar niet door de waarde of kwaliteit van het ingangssignaal).

De bedrijfstemperatuur mag liggen tussen  $-40^\circ$  tot  $+85^\circ$ . Een breder temperatuurbereik van  $-55^\circ$  tot  $+125^\circ$  is als optie mogelijk.

# Digitale proeftuin bij Nijmeegse Universiteit

## Digitale PABX

De digitale PABX dient zich aan als voorloper van het ISDN-tijdperk. Het wekt daarom geen verwondering dat de digitale PABX binnen de plannen van SURF een prominente plaats is gaan innemen. Niettemin moet worden vastgesteld dat pas vrij recent sprake is van een aanbod van PABX'en die naast spraak ook data en tekst geïntegreerd schakelen. Ervaring met een dergelijk gebruik van de PABX is er dus nauwelijks. Alvorens tot de meer algemene toepassing van het digitale PABX-scenario te adviseren, is daarom besloten tot het uitvoeren van een pilotproject.

Het proefproject vindt plaats bij de Faculteit voor Wiskunde en Natuurwetenschappen (FWN) en het Universitair Rekencentrum (URC) van de Nijmeegse universiteit. De keuze voor de lokatie is bepaald door zowel een aantal specifieke, als door een aantal toevallige omstandigheden: bij de FWN was de analoge telefooncentrale aan vervanging toe, de computervoorzieningen van de universiteit bleken modern van opzet en bovendien was bij de KUN al enige tijd een werkgroep bezig met een gecoördineerde aanpak van het netwerkmanagement voor spraak-, data en tekst. Door de KUN te kiezen als lokatie voor de proeftuin, ontstond een unieke mogelijkheid voor experimenten met zowel circuit- als pakketschakelen van data.

## VOX 6200

Centraal in de proeftuin staat de VOX 6200, een digitale PABX van de 4e generatie (afb. 7). De VOX 6200 schakelt intern kanalen met elk een bandbreedte van 64 kbit/s voor zowel spraak, data als tekst. Het systeem is modulair van opbouw en daardoor flexibel aan te passen aan elke gewenste nummercapaciteit.

In de kleinste uitvoering is een capaciteit van 250-2500 poorten beschikbaar. Door toevoeging van capaciteit (het bijplaatsen van zogenaamde nodes) kan een maximaal aantal van ca. 20 000 poorten bereikt worden. De nodes kunnen op diverse lokaties worden geplaatst, waarbij in beginsel geen beperking geldt voor hun onderlinge afstanden (afb. 8).

Koppeling van nodes geschiedt met standaard 2 Mbit/s-verbindingen. Door het netwerkverband waarin de nodes zijn opgenomen, gedraagt de



combinatie zich als een systeem. Faciliteiten zijn op elke gewenste plaats in het netwerk beschikbaar.

Digitale aansluitingen geven aan de VOX 6200 het integrerend karakter (afb. 7). De digitale aansluiting biedt de gebruiker een 2B + D-toegang, d.w.z. 2 onafhankelijk van elkaar te gebruiken kanalen van elk 64 kbit/s (de B-kanalen) en een gemeenschappelijk signaleringskanaal van 16 kbit/s (het D-kanaal). Anders dan in het ISDN-concept heeft elk B-kanaal echter een eigen nummer, maar voor het overige is er weinig verschil met ISDN. De signalering op het D-kanaal is overigens nog wel fabrikant-gebonden, omdat een eenduidige standaard hiervoor nog niet beschikbaar is. Als gevolg hiervan zijn ook de digitale terminals fabrikant-gebonden. Via de digitale terminal kan gelijktijdig een spraak- en een dataverbinding worden onderhouden. Het aparte D-kanaal maakt het mogelijk de gebruiker allerlei faciliteiten aan te bieden die voorheen niet, of slechts moeizaam te realiseren waren.

Indien het alleen om transport van data gaat, biedt het voordelen z.g. LAM's en LAC's (LAM = Local Area Module; LAC = Local Area Card) toe te passen. Hiermee kunnen beide B-kanalen voor data-verkeer beschikbaar komen. Digitale terminals zowel als de LAM/LAC's zijn voor het dataverkeer uitgevoerd met V.24-interfaces. (Zie voor V.24 „Modems en data-interfaces” in Studieblad nrs. 1 en 2, 44e jaargang 1989.) Hierop kunnen eenvoudige dataterminals, PC's of toegangen tot complexe computersystemen worden aangesloten.

### **Proeftuin in de praktijk**

De in Nijmegen geïnstalleerde VOX 6200 vertegenwoordigt de eerste fase in de realisatie van het netwerksysteem (afb. 9). Afhankelijk van de ervaringen in de eerste fase, zal in de tweede fase uitbreiding met een tweede node plaatsvinden.

In totaal zal in de 1e fase een capaciteit van ca. 1500 spraak- en ca. 800 datapoorten beschikbaar zijn. In de 2e fase zal de capaciteit volgens planning worden uitgebreid tot ca. 1600 spraak- en ca. 2000 datapoorten. Is in de 1e fase dus nog een overmaat aan analoge poorten aanwezig, in de 2e fase ligt het zwaartepunt nadrukkelijk op het gebruik van digitale poorten. In de 1e en 2e fase zijn in het netwerk tevens opgenomen een VOX-master 6200 netwerkmanagementsysteem en een Script 2015 tekstmodule. De voorzieningen van de proeftuin zullen gebruikt gaan worden door ruim 1000 medewerkers en 1750 studenten

## **Doelstellingen van het PABX-project**

De belangrijkste doelstellingen van het PABX-project is om op korte termijn ervaring op te doen met de invoering, het gebruik en het management van gestructureerde voorzieningen voor spraak, data en tekst met behulp van een digitale PABX. Dit houdt onder meer in:

- a. het verkrijgen van inzicht in meerwaarde en kosten van de nieuwe mogelijkheden;
- b. het toetsen van de werking van de apparatuur in een operationele omgeving, waaronder het bepalen van de verkeerscapaciteit en de interactie tussen de diverse verkeerssoorten;
- c. het onderzoeken van de effecten van het nieuwe medium op de organisatie van de gebruiker en op die van leverancier en producent;
- d. het scheppen van een klimaat waarin gebruikerservaringen direct kunnen worden teruggekoppeld naar leverancier en producent;
- e. het onderzoeken van de combinatie van circuit- en pakketschakelen door de PABX te koppelen aan een packetswitch;
- f. het creëren van een omgeving voor praktijktraining en opleiding;
- g. het opdoen van ervaring met datacommunicatie in al zijn schakeringen, zoals verkeer tussen Terminal en Host, Terminal en PC, PC en Host, het verkeer tussen PC's onderling en de communicatie van Host naar Host.

Om deze doelstellingen te kunnen bereiken is voor de proeftuin een projectorganisatie ingesteld (tabel 3). Naast deze projectgroep zijn ook nog drie deelteams gevormd voor respectievelijk de gebieden Techniek, Netwerkmanagement en Gebruikerservaringen. Verder zorgt een rapportage team ervoor dat de ervaringen op een goede manier zullen worden overgedragen aan de in het project geïnteresseerden. De aandacht gaat vooral uit naar de data- en tekstfaciliteiten, niet alleen omdat deze nieuw zijn, en omdat deze nog niet eerder op dergelijke schaal in een operationele omgeving werden beproefd. Over aard en kwaliteit van de spraakfuncties van de PABX is reeds voldoende bekend.

Bij de verschillende te onderzoeken facetten van het project zijn ongeveer 25 mensen betrokken. In een interim- en eindrapportage zullen de bevindingen met de digitale proeftuin op schrift worden gesteld. Het voornemen bestaat momenteel om in een vervolgpilot ook op nationaal niveau de bruikbaarheid van de digitale PABX uit te gaan testen.

(Wordt vervolgd)

# Nuttige warmte uit heet gesteente

*Het onderzoek naar mogelijkheden om nieuwe energiebronnen aan te boren, die mogelijk bij kunnen dragen tot de energieverzorging in de volgende eeuw, maakt vorderingen. Waar het hier om gaat is warmte uit het gesteente op duizenden meters diepte. Hoewel de onderzoekers terughoudend zijn, om niet voorbarig te vroeg te veel te beloven, zijn er tekenen dat vele landen met geringe energievoorraad van dit onderzoek zullen profiteren. De Britse regering, die met de EG in de afgelopen jaren £ 20 miljoen in het project heeft geïnvesteerd, stelde kort geleden nog eens f 8,15 miljoen voor dit werk beschikbaar.*

De plaats van het onderzoek is een steengroeve nabij Falmouth in Cornwall, waar de omstandigheden bijzonder gunstig zijn. Kranen steken hoog uit boven de boorgaten van 20 cm diameter, die in de bodem van de steengroeve zijn aangebracht om tot 2 tot 2½ km diep in de granietlagen door te dringen. In een van de gaten wordt water uit een nabijgelegen ondergelopen steengroeve gepompt. Op de bodem van het gat dringt het water door de granietlagen, die tevoren met gelmengsels onder hoge druk zijn verbrijzeld. Door miljoenen op deze wijze verkregen kunstmatige spleten dringt het water door in het graniet en neemt daaruit warmte op. Het project draagt de naam HDR-programma, hetgeen betekent Hot Dry Rocks, omdat het gesteente inderdaad heet en in zijn natuurlijke staat voor water ondoordringbaar is.

De warmte in de onderzochte Cornische steenlagen is in de eerste plaats afkomstig van de hete aardkern en komt als zodanig in alle diepe gesteenten voor. In de tweede plaats komt er warmte van de natuurlijke radioactiviteit van zeer geringe concentraties uranium, waarover de onderzoekers tevens informatie verzamelen. Het water, dat op de tot nu toe bereikte diepte tot 65° wordt verwarmd, wordt via een ander boorgat naar boven gepompt. Zelfs bij deze minimale temperatuurstijging en de geringe hoeveelheid die voor het onderzoek nodig zijn, wordt genoeg warmte verzameld om honderden huizen en tuinbouwkassen te verwarmen.

Het Hot Dry Rocks project is begonnen met het werk van studenten van Cornwalls wereldwijd bekende mijnbouwacademie Camborne School of Mines waar mijnbouwtechnici voor mijnprojecten in vele landen zijn opgeleid. Leider van het onderzoek is Roger Parker, adjunct-directeur van

de school, een mijnmetallurg van hoog internationaal aanzien. In de komende tijd wil de groep in een rapport voor de regering de wensen argumenteren om het project voort te zetten met boorgaten tot 6 km diepte. „Daardoor kunnen wij”, aldus Parker, „tot 200° verwarmd water krijgen, waarmee elektriciteit te maken is, en om deze interessante mogelijkheid gaat het ons eigenlijk in de eerste plaats. De regering heeft ongeveer een jaar nodig om te beslissen of wij mogen doorgaan. Intussen hebben wij gelegenheid de technieken te perfectioneren, die nodig zijn voor het werk op 6 km diepte, inclusief de ontwikkeling van geavanceerde instrumentatie. De kosten voor het verdiepen van de boorgaten tot zulk een grote diepte zullen ongeveer £50 miljoen tot £60 miljoen bedragen, daarom moet zorgvuldig worden nagegaan of de ontwikkeling van deze alternatieve energiebron op dit ogenblik economisch verantwoord is”.

De betekenis van het HDR Geothermal Energy Project voor andere landen is gelegen in het bewijs dat de theorie in praktijk kan worden omgezet. Als dat mogelijk is, dan heeft elk land met diepe lagen niet-poreus gesteente een energiebron ter beschikking, die van nucleaire of fossiele brandstoffen onafhankelijk is. Het reservoir dat door het openbreken van het gesteente tussen de boorgaten wordt verkregen, kan ongeveer 25 jaar lang warmte opleveren, wat ongeveer vergelijkbaar is met de levensduur van een kerncentrale, maar dan zonder diens afvalprobleem. Om een nieuwe energiebron te activeren zijn alleen maar nieuwe boorgaten nodig.

Parker vindt het niet onrealistisch te beweren, dat het werk van zijn team de richtlijnen vastlegt voor de 21ste eeuw, opdat dan de warmte uit diep gesteente als alternatieve energiebron beschikbaar kan zijn. Berekeningen wijzen uit dat in het Verenigd Koninkrijk de exploiteerbare geothermische bodemschatten overeenkomen met 10 miljard ton kolen.

De onderzoekers in Cornwall werken samen met het Los Alamos National Laboratory in New Mexico USA, waar veel tijdwerk is gedaan met vergelijkbare technieken. De Amerikaanse onderzoekers bevestigen dat energie uit heet gesteente eens een welkome bijdrage kan vormen. Dan kunnen bijvoorbeeld in droge landstreken voedingsgewassen worden gekweekt, de industrieproductie kan groeien, waterwinning en zuivering in afgelegen gebieden wordt mogelijk, wat tot de ontwikkeling van deze gebieden kan bijdragen – de lijst van mogelijke zegeningen is lang.

Voor het Britse Ministerie van Energievoorzieningen is het programma beslissend zowel voor de technische haalbaarheid als voor de economische haalbaarheid van HDR-energie op de 3 niveaus: elektriciteitsvoorziening – warmte/kracht combinatie – directe warmtelevering.

In 1982 deden experts de thans door het ministerie als „voorzichtige schatting” aangeduide uitspraak, dat het mogelijk is met de bereikbare geothermische voorraden in het Verenigd Koninkrijk ten minste 2500 miljard kWh op te wekken, wat overeenkomt met het huidige elektriciteitsverbruik gedurende 10 jaar. Volgens nieuwe bevindingen bedragen de energiereserves zelfs het 10-voudige van de oorspronkelijke schatting. De Britse economische overwegingen zijn wel anders dan die van ontwikkelingslanden, waar dringend behoefte is aan elektriciteit, die overal ruimschoots beschikbaar zou moeten zijn op de plaats van verbruik. Vandaar de grote belangstelling van grote multinationale bouwondernemingen voor dit project.

In de nieuwe techniek werken de EG en het internationale energiebureau volop samen met het Verenigd Koninkrijk. Het Britse Ministerie van Energievoorziening is volledig betrokken bij het internationale onderzoeken ontwikkelwerk. Hete gesteenten staan op het gebied van onderzoek bovenaan op de prioriteitenlijst van de regering. Energieminister Peter Walker hoopt tegen het midden van de negentiger jaren een commercieel representatief prototype in bedrijf te hebben.

Begin december 1987 bereikte de Duits-Franse boring „Spoultz” in de Elzas een einddiepte van 2 km, zodat ook daar met het onderzoek kan worden begonnen. Deze geothermische anomalie (afwijkend temperatuurprofiel) in de Bovenrijnse Laagvlakte, die tot de sterkste ter wereld wordt gerekend, bracht echter niet helemaal wat men er van verwachtte.

Uit resultaten van eerdere boringen was een geothermische gradiënt berekend van  $1^{\circ}$  tot  $1,1^{\circ}$  per 10 meter, zodat reeds op 2 km diepte een temperatuur van  $200^{\circ}$  zou worden gemeten. Dat de werkelijke temperatuur van  $150^{\circ}$  bij de verwachtingen ten achter blijft, is voor het succes van project echter van ondergeschikt belang.

J. Ouwen/OU  
Vertaling C. Vader

# Informatie technologie

## COMPLIT

COMPLIT (coherent middelaar-plotter) is de naam van een micro-processor gestuurd meetsysteem dat op het practicum MICROPROCES-SORS wordt ontworpen en gebouwd.

Bij het onderzoek van meetobjecten wordt vaak gebruik gemaakt van zgn. stimulus-responsie methoden, d.w.z. men bestudeert het gedrag van het systeem onder invloed van een bepaalde stimulus. Aangezien zowel het meetobject als de transducenten veel ruis (meer algemeen: ongewenste signalen) produceren en doorgaans slechts stimuli van geringe sterkte kunnen worden toegepast, zal de responsie op de stimulus vaak volledig in de ruis verdrongen zijn. Men zal dan de stimulus een groot aantal malen toedienen en uit de resulterende signalen via een middelingsmethode de eigenlijke responsie trachten te isoleren. Ieder direct op de stimulus volgend signaalelement  $Y(t)$  bevat een component  $e(t)$  die de responsie is op de stimulus en een ruiscomponent  $n(t)$ . Coherent middelen betekent nu, dat de delen  $e(t)$  systematisch worden opgeteld, terwijl de ruisbijdrage  $n(t)$  uitgemiddeld wordt.

Bij periodiek stimuleren is de signaal-ruisverhouding na  $N$  middelingen een factor wortel  $N$  verbeterd. Voorwaarde is, dat stimulus en ruissignaal onafhankelijk van elkaar zijn.

Het meetsysteem COMPLIT digitaliseert een analoog ingangssignaal dat vervolgens coherent gemiddeld wordt. Het bewerkte signaal is dan beschikbaar in de vorm van een tabel met meetwaarden. Het tempo waarmee het signaal bemonsterd wordt en het aantal te verrichten middelingen worden via het keyboard ingevoerd. Zodra de tabel gereed is wordt de inhoud daarvan (het gemiddelde signaal) zichtbaar gemaakt op de oscilloscoop. Het is dan mogelijk het signaal (evt. met een assenkruis en een tijdschaal) te plotten op de X-Y schrijver.

# Wetenswaardig

## DIGITALE BEELDANALYSE

In het onderzoekgebied DIGITALE BEELDANALYSE worden methoden, modellen, algoritmes en programmatuur ontwikkeld voor de analyse van visuele beelden met behulp van digitale computers. Onder analyse wordt hier bijvoorbeeld verstaan het herkennen van projecten in het beeld, het doen van metingen aan door het beeld gerepresenteerde fysische verschijnselen of automatische interpretatie van de afgebeelde scene. De resultaten van dit onderzoek worden onder meer toegepast op de volgende terreinen:

- biomedische beeldanalyse;
- remote sensing;
- industriële inspectie;
- robot vision.

Beelden kunnen in een computergeheugen worden opgeslagen door van een groot aantal beeldpunten de grijswaarde te bepalen. Veel gebruikte beeldafmetingen zijn 256 bij 256 punten of zelfs 512 bij 512. De grijswaarde per beeldpunt eist meestal tenminste een byte, zodat per beeld een geheugenomvang van 64 Kbyte of zelfs 256 Kbyte wordt ingenomen. De verwerking van een beeld betekent dat rekenbewerkingen moeten worden uitgevoerd op de beeldelementen. Vanwege de grote dataomvang is het verwerken van beelden op een gewone computer zonder speciale voorzieningen nogal tijdrovend. Die speciale voorzieningen kunnen gezocht worden in speciaal voor het verwerken van beelden ontworpen computers (zoals de hier in het laboratorium gebruikte VICOM DIGITAL IMAGE PROCESSOR) of door bijvoorbeeld een snelle array-processor te koppelen aan een conventionele computer.

Een eerste stap in de analyse van een beeld wordt meestal gevormd door de zogenaamde BEELDSEGMENTATIE, waarbij het beeld automatisch wordt opgedeeld in de verschillende gebieden, zoals objecten en achtergrond.

In de volgende stap worden aan de objecten metingen gedaan, of wordt er een structurele beschrijving van het object opgesteld. De objecten worden dan herkend met behulp van technieken uit de PATROONHERKENNING. Bij de automatische interpretatie van vrij ingewikkelde beelden wordt vaak gebruik gemaakt van methoden die afkomstig zijn uit het onderzoekgebied van de KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE.

BEELDSEGMENTATIE wordt geïllustreerd aan de hand van beelden die zijn opgenomen vanuit een vliegtuig met behulp van radar. Het betreft hier een remote sensing toepassing voor vegetatie-onderzoek. De radar-opnamen zijn gemaakt van een proefgebied in de Flevo-polders. Doel van de segmentatie is het automatisch detecteren van de grenzen van landbouwkundige percelen. In de herkenningfase kan dan ieder perceel worden geklassificeerd naar gewas. Dergelijke technieken vinden hun toepassing in landbouwkundig onderzoek, oogstvoorspellingen, milieu-kartering, e.d.

OBJECTHERKENNING en BEELDINTERPRETATIE worden geïllustreerd aan de hand van eenvoudige objecten opgenomen met een videocamera. Het betreft hier een robot vision voor industriële toepassingen. Uit een met de camera opgenomen en gedigitaliseerd beeld wordt na segmentatie van ieder gebied een structurele beschrijving opgesteld in de vorm van een graph. Deze graph wordt vergeleken met eveneens in de vorm van graphen aanwezige modellen, door middel van „inexact graph matching procedures”. Een object wordt toegekend aan de klasse waarvan het model het beste overeenkomt. Ook als objecten elkaar gedeeltelijk afdekken, blijft herkenning soms mogelijk.

Een van de toepassingen waaraan vanuit dit project een grote bijdrage is geleverd, betreft de automatische kwantitatieve analyse van coronair cineangiogrammen: röntgenopnames van het stelsel van kransslagaders. Op dit gebied bestaat een intensief samenwerkingsproject met het Laboratorium voor Klinische en Experimentele Beeldverwerking van het THORAX-CENTRUM in Rotterdam. Het in dit samenwerkingsproject ontwikkelde Coronary Angiography Analysis System CAAS kan dankzij de welwillende medewerking van de fabrikant PIE DATA MEDICAL tijdens de open dagen worden gedemonstreerd.

Samenwerkingsverbanden:

- algemeen : *Centrum voor Beeldverwerking Delft i.o.*
- remote sensing: *Werkgroep Radaronderzoek Vegetatie*
- medisch : *Thorax-Centrum Erasmus Universiteit Rotterdam*
- robot vision : *TH Werkgroep Productie Automatisering en Industriële Robots*



# Wetenswaardig

## PROCESSOR BESTUURDE TELEFOONCENTRALE

Het is nu ruim 100 jaar geleden dat Alexander Graham Bell de telefoon commercieel toepasbaar maakte. Sinds de uitvinding van de telefoon zijn er op dit gebied een aantal ontwikkelingen geweest. Telefoonlijnen is men gaan concentreren op een centraal punt: de telefooncentrale.

De functies die een telefoniste in de centrale moest verrichten waren de volgende:

- het detecteren van een oproep van een abonnee;
- het luisteren naar de abonnee om te horen wat deze wilde;
- het opbouwen van een verbinding naar de andere abonnee;
- de opgeroepen abonnee te waarschuwen door een belsignaal;
- de verbinding bewaken en na ontvangst van een indicatie deze weer te verbreken

Door de uitvinding van de elektromechanische kiezer door de Amerikaan Strowger en door het toepassen van andere elektromechanische componenten (relais), bleek het mogelijk deze vijf functies te automatiseren. Niet de telefoniste zette een verbinding op, maar de handelingen van de abonnee zelf (hoorn opnemene, kiezen, etc.).

De automatische telefonie was geboren.

Door de ontwikkeling van de computer werd het mogelijk de besturingsfuncties te concentreren in een enkel besturingsapparaat, de processor, en als gevolg van de introductie van de processor werd het mogelijk nieuwe faciliteiten en diensten aan de abonnee aan te bieden, zoals boodschappendiensten, telefonisch wekken, etc. De ontwikkelingen in deze richting zijn dan ook sterk in opmars, en het zal niet lang meer duren voordat een moderne telefooncentrale weer dezelfde service kan bieden als de telefoniste 100 jaar geleden.

Naast het elektronisch maken van de besturing maakte de komst van de „chip” en de „very large scale integrated circuit” het mogelijk ook het spreeknetwerk elektronisch uit te voeren. Een voorbeeld van een dergelijke vol-elektronisch systeem is de TBX (Time division Branch Exchange), een kleine huisautomaat met maximaal enkele honderden toestellen.

nische Universiteit Delft) is het de bedoeling een catheter te maken die met behulp van de akoestische microscoop een beeld kan vormen van de doorsnede van het bloedvat. Op de catheter is daarvoor een kleine en snel ronddraaiende ultrasone geluidsbron aangebracht die geluid uitstraalt en de echo van de vaatwand weer opvangt.

Verder onderzoek richt zich op het verband tussen de verschillende weefsels en de echo's die ze geven. Zo kunnen weefsels wellicht worden herkend aan hun specifieke echo. De beelden van de akoestische microscoop kunnen dan beter worden geïnterpreteerd.



Met voortvarendheid ontwerpt ATEA producten, die nu gevraagd worden, maar aan de eis van morgen moeten voldoen: • Digitale bedrijfstelefooncentrales, openbare centrales en datacentrales, microprocessor gestuurde toestelinstallaties • Moderne verkeersregelsystemen • 140 MBit/sec straalverbindingen • Apparatuur voor LAN-systemen via glasvezel • Satellietverbindingen voor Intelsat en ECS • Telefoontoestellen voor creditcard verificatie en EFT • Huis-telefoonssystemen.

# ALS ERVARING EEN WOORDJE MEE GAAT SPREKEN



**ATEA**

**BRENGT MENSEN BIJ ELKAAR**

Surinamestraat 11 • 2585 GG 's Gravenhage • Tel. 070-61.47.41