

DIE ONTWERP VAN 'N AFSTANDBEHEERDE  
DEMULTIPLEKSTOESTEL VIR ONBEMANDE  
MIKROGOLFTERMINAALSTASIES

J.E.T. BADENHORST

**DIE ONTWERP VAN 'N AFSTANDBEHEERDE  
DEMUPLEKSTOESTEL VIR ONBEMANDE MIKROGOLF-  
TERMINAALSTASIES**

**JAKOBUS EVERHARDUS THERON BADENHORST**

**Verhandeling voorgelê ter voldoening aan die vereistes vir die graad**

**MAGISTER TECHNOLOGIAE;  
INGENIEURSWESE : ELEKTRIES**

**in die**

**Fakulteit van Ingenieurswese  
Departement van Elektriese Ingenieurswese**

**aan die**

**Technikon Vrystaat**

**Studieleier: Prof. G.J. Prinsloo**

**BLOEMFONTEIN  
November 1998**

## VERKLARING TEN OPSIGTE VAN SELFSTANDIGE WERK

Ek, JAKOBUS EVERHARDUS THERON BADENHORST, verklaar hiermee dat die navorsingsprojek wat vir die verwerwing van die graad MAGISTER TECHNOLOGIAE: INGENIEURSWESE: ELEKTRIES (SWAKSTROOM) aan die Technikon Vrystaat deur my voorgelê word, my selfstandige werk is en nie voorheen deur my of enige ander persoon ter verwerwing van enige kwalifikasie voorgelê is nie.

*J. Badenhorst*.....

HANDTEKENING VAN DIE STUDENT

*12/11/98*

Datum

Spesiale dank aan prof. Prinsloo wat opgetree het as my studieleier en aan die Technikon Vrystaat wat my die geleentheid gebied het om verder te studeer.

Aan Willie Pretorius van Telkom wat my voorsien het van alle apparaat benodig vir die navorsing en vir die verskaffing van addisionele inligting vir die studie. Dank aan mnr. Peter Lopes van Telkom wat 'n studiebeurs aan my beskikbaar gestel het vir die studie. Aan Ed Rhôder vir die verskaffing van 'n programmatuurkompilerder vir die studie.

Spesiale dank aan mnr. Louis du Plessis wat die verhandeling taalkundig versorg het.

Aan my ouers vir hul bystand en motivering gedurende my studies.

Aan my gesin wat my gemotiveer het om verder te studeer en my bygestaan en ondersteun het met my studies.

## OPSOMMING

Met die deurlopende toename in rekenaartegnologie, sellulêrenetwerke en data-tegnologie word daar elke dag meer druk op 'n land se kommunikasie-infrastruktuur geplaas vir hoër kwaliteitskringe. Navorsing het getoon dat 'n behoefte ontstaan het om foutopsporing op kommunikasiekringe te bespoedig. Nuwe standaarde in kwaliteit kommunikasiekringe dwing verskaffers om aftyd te minimaliseer en om deurgaans hoër kwaliteitskringe te lewer.

In hierdie studie is 'n nuwe afstandbeheerde demultiplekstoestel ontwikkel. 'n Beheerstasie oefen beheer oor 'n hoeveelheid demultipleksers by mikrogolf-terminaalstasies uit en demultiplekserresultate van mikrogolfkanale kan d.m.v. 'n aktiewe resultaat by die beheerstasie verkry word. Die produkontwikkeling het in drie fases geskied:

- 'n Uitvoerbaarheidstudie is gedoen aangaande die projek.
- Gebruikersbehoefte-analise.
- Ontwerp van die produk.

Die ontwerp is in 7 fases ingedeel.

1. Programmatuur vir die beheer van die demultiplekser m.b.v. die rekenaar.
2. Ontwikkeling van die koppelvlak tussen die rekenaar en die demultiplekser.
3. Ontwikkeling van die kommunikasie skakelaar.

4. Ontwikkeling van apparatuur vir die selektering van die stasie-, kaart- en relê-adres.
5. Koppeling van apparatuur aan die mikrobeheerder.
6. Finale toetsing en ontfouting.
7. Eksperimentele evaluering.

Eksperimente op die eindproduk is uitgevoer om die spoed, akkuraatheid en die kwaliteit van die produk te bepaal.

Continued escalation of computer technology, cellular networks and data technology daily increases the demand for high quality circuits in the communication infrastructure of a country. Research has proved the need for expediting the tracking of faults in communication circuits. New standards in quality communication circuits compel suppliers to minimize off- time and deliver circuits of high quality at all times.

In this study a new remote controlled demultiplexer system is developed. A Control station controls a number of demultiplexers at microwave terminal stations and a demultiplexer result in respect of microwave channels can be obtained at the control station by means of an active result. The product design comprised of three phases:

- A viability study of the product.
- User requirement analysis.
- Design of the product.

Seven components of the design may be categorized.

1. Software for the control of the demultiplexer relative to the computer.
2. Design of the interface between the computer and the demultiplexer.
3. Design of the communication switch.
4. Hardware development for the selection of the station address, card address, and the relay address.

5. Linking of hardware to the microcontroller.
6. Final testing and fault correction.
7. Experimental evaluation.

The end product was tested empirically to establish speed, accuracy and product quality.

	<b>Bladsy</b>
<b>Hoofstuk 1</b>	
<b>Inleiding</b>	
1.1	Oorsig 20
1.2	Probleemstelling en oplossing 22
1.3	Alternatiewe oplossings 24
1.3.1	Ekstra mikrogolfkanaal 24
1.3.2	Raamwoord byvoeging 25
1.4	Doel van die studie 26
1.5	Hipotese 27
1.6	Belangrikheid van die produk 27
1.7	Navorsingsmetodes en tegnieke gevolg 28
1.8	Opsomming 29
<b>Hoofstuk 2</b>	
<b>Uitvoerbaarheidstudie</b>	
2.1	Inleiding 30
2.2	Uitvoerbaarheidstudie 30
2.2.1	Inleiding 30
2.2.2	Kostes t.o.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel 31
2.2.3	Kosteraming vir die afstandbeheerde mikrogolfkanaal- toestel 32
2.2.4	Kosteraming t.o.v. raamwoord byvoeging 34
2.2.5	Voor- en nadele 36

2.2.6	Uitvoerbaarheid	38
2.2.7	Keuse	38
2.3	Bestaande wyse van foutopsoring	39
2.4	Foutopsoring m.b.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel	41
2.5	Opsomming	43

### **Hoofstuk 3**

#### **Ontwerpspesifikasies vir die afstandbeheerde demultiplekstoestel**

3.1	Inleiding	44
3.2	Vereistes en tegniese ontwerpspesifikasies	44
3.2.1	Vereistes waaraan programmatuur moet voldoen	44
3.2.2	Die mikrobeheerder keuse	47
3.3	Spesifikasies vir die kommunikasie skakelaar	47
3.3.1	Algemene spesifikasies vir die kommunikasie skakelaar	47
3.3.2	Kragbron vir die kommunikasie skakelaar	47
3.3.3	Omgewings kondisies van die kommunikasie skakelaar	48
3.3.3.1	Omringende temperatuur	48
3.3.3.2	Relatiewe humiditeit	48
3.3.4	Fisiese data van die kommunikasie skakelaar	48
3.4	Produkontwerp	48
3.5	Opsomming	54

## Hoofstuk 4

### Die ontwerp en die ontwikkeling van die afstandbeheerde demultiplekstoestel

4.1	Inleiding	55
4.2	Programmatuurontwerp	55
4.2.1	Vloeiagram vir die programmatuurontwerp vir die afstandbeheerde demultiplekser en die kommunikasie skakelaar	55
4.2.1.1	Terminaalroetes	58
4.2.1.2	Verstelling van die demultiplekser	59
4.2.1.3	Konfigurasie	60
4.2.1.4	Instruksiedefinisies vir die demultiplekser	61
4.2.2	Programmatuur vir die mikrobeheerder	61
4.3	Apparatuurontwerp	64
4.3.1	Apparatuurkoppeling van die stasie-adres	66
4.3.2	Apparatuurontwerp vir die kaartadres	66
4.3.3	Apparatuurontwerp vir die relê-adres	68
4.4	Opsomming	69

## Hoofstuk 5

### Eksperimentele resultate

5.1	Inleiding	70
5.2	Eksperimente uitgevoer	70
5.2.1	Programmatuurtoets vir die demultiplekser	71

5.2.2	Vertragingstoets vir die mikrogolfdienskanaal	74
5.2.3	Finale toets	76
5.2.4	Kostebesparingstoets	81
5.3	Opsomming	86

## **Hoofstuk 6**

### **Opsomming en rigting vir toekomstige navorsing**

6.1	Projekopsomming	87
6.2	Rigting vir toekomstige navorsing	88

### **Bronnelys**

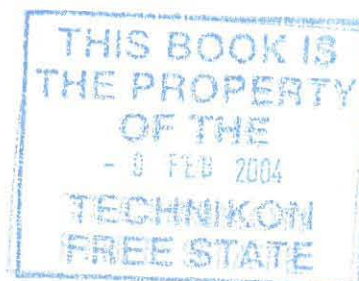
<b>BYLAE A:</b>	<b>Voorkomende instandhouding prosedures</b>	95
<b>BYLAE B:</b>	<b>Instruksiedefinisies vir die demultiplekser</b>	101
<b>BYLAE C:</b>	<b>Die ARG demultiplekser</b>	105
<b>BYLAE D:</b>	<b>PIC16C84 Mikrobeheerder inligting</b>	108
<b>BYLAE E:</b>	<b>Seriale poort inligting</b>	112
<b>BYLAE F:</b>	<b>Foutverslag</b>	115

- Figuur 1.1 'n Segment van 'n mikrogolfnetwerk met geïnstalleerde afstandbeheerde demultiplekstoestelle
- Figuur 1.2 'n Segment van 'n bestaande mikrogolfnetwerk
- Figuur 1.3 'n Afstandbeheerde mikrogolfkanaaltoestel
- Figuur 1.4 Raamwoord byvoeging
- Figuur 2.1 BMW - BLW mikrogolfroete met afstandbeheerde demultiplekstoestelle
- Figuur 2.2 BMW - BLW mikrogolfroete met 'n ekstra mikrogolfkanaal
- Figuur 2.3 BMW – BLW mikrogolfroete met die raamwoord byvoeging metode in grys aangedui
- Figuur 2.5 'n Segment van 'n tipiese Telkomnetwerk
- Figuur 2.6 'n Segment van 'n tipiese Telkomnetwerk met geïnstalleerde afstandbeheerde demultiplekstoestelle vir onbemande mikrogolfterminalstasies
- Figuur 4.1 Vloeiagram vir die programmatuurontwerp vir die afstandbeheerde demultiplekstoestel en die kommunikasie skakelaar
- Figuur 4.2 'n Voorstelling van die hoofskerm van die program
- Figuur 4.3 Die inleiding
- Figuur 4.4 Terminaalroetes
- Figuur 4.5 Keuse van mikrogolfkanale
- Figuur 4.6 Verstellingskerm vir die demultiplekser
- Figuur 4.7 Konfigurasieskerm
- Figuur 4.8 Vloeiagram van die programmatuurontwerp vir die PIC16C84



## LYS VAN TABELLE

Tabel 2.1	Kosteraming t.o.v die afstandbeheerde demultiplekstoestel
Tabel 2.2	Kosteraming t.o.v die ekstra mikrogolfkanaal metode
Tabel 2.3	Kosteraming t.o.v. raamwoord byvoeging tot die netwerk
Tabel 2.4	Voordele wat elke metode afsonderlik vir Telkom kan inhou
Tabel 2.5	Nadele wat elke metode afsonderlik vir Telkom kan inhou
Tabel 3.1, 3.2	Tydskaal vir die beplanning van die projek
Tabel 3.3, 3.4	Koste implikasies gedurende die ontwerp van die projek
Tabel 3.5, 3.6	Tydskaal vir die beplanning van die verhandeling
Tabel 5.1	Mikrogolffoute herstel sonder die afstandbeheerde demultiplekstoestel
Tabel 5.2	Mikrogolffoute herstel m.b.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel
Tabel 5.3	Verskil en fouttipe tussen die demultiplekstoestel en die bestaande metode



## SIMBOLE



Herhalerstasie



Terminaalstasie

Mg/s	Megagrepe per sekonde
Kg/s	Kilogreep per sekonde
'CMI'	'Coded Mark Inversion'
PKM	Pulskodemodulasie
HOM	Hoër Orde Multipleksering
us	mikrosekondes
'AIS'	'All Ones'
'GSM'	'Global Systems Mobile'
ABDVOMT	Afstandbeheerde demultiplekstoestel vir onbemande mikrogolfterminale
'EEPROM'	'Electrical erasable programmable read only memory'
'RAM'	'Random Access Memory'
'ROM'	'Read Only Memory'
Bps	Bisse per sekonde
'Rice'	Remote Indication Control Equipment
'RNM'	Regional Network Management
BFN	Bloemfontein-Transmissie
DTM	Durban-Transmissie
DBW	Durban-Mikrogolf
BMW	Bloemfontein-Mikrogolf
VAW	Van Reenen-Mikrogolf
PIL	Pimple Hill-Mikrogolf
SLW	Smaldeel-Mikrogolf
CRE	Corea-Mikrogolf
FKM	Ficksburg-Mikrogolf
TCW	Thaba 'Nchu-Mikrogolf

DPF	Diepfontein-Mikrogolf
KYW	Kimberley-Mikrogolf
LTG	Linton Grange-Mikrogolf
CBS	'Capetown Barrackstreet Microwave'
LRD	Langerand-Mikrogolf
KDY	Kroonstad-Mikrogolf
LYM	Ladysmith-Mikrogolf
HOF	Hoogfontein-Mikrogolf
BLW	Bethlehem-Mikrogolf
MYR	Meyerton-Mikrogolf

## LYS VAN DEFINISIES

140 Mg/s (Megagrepe/sekonde)	In die vierde multiplekserings stadium word vier 34 Mg/s strome gemultiplekseer in 'n enkele data stroom van 139,264 Mg/s met 'n kapasiteit van 1920 kanale [9].
34 Mg/s	In die derde multiplekserings stadium word vier 8,448 Mg/s data strome gemultiplekseer in 'n enkele 34,368 Mg/s stroom [9].
8 Mg/s	In die tweede multiplekserings stadium word vier 2,048 Mg/s data strome gemultiplekseer in 'n enkele data stroom van 8,448 Mg/s [9].
2 Mg/s	In die eerste multiplekserings stadium word 30 analoog spraakkanale met 'n bandwyte van 0,3 – 3,4 kHz omgeskakel na 'n digitale sein met 'n bitempo van 2,048 Mg/s [9].
Demultiplekser	Die demultiplekser en raamgerigte monitor is patentregtelik ontwerp deur ARG ElectroDesign Ltd vir die toets van 2, 8, 34 en 140 Mg/s-digitale strome sonder om die stroom te onderbreek [2].

Demultiplekserresultaat

Inligting t.o.v. die digitale stroom word verkry en word voorsien vir elke multiplekserings stadium. Bisfouttempo, seinverlies, 'ais' (All Ones), raamverlies, afstandalarm en blok-identifiseer is al die alarms en foutkondisies wat die demultiplekser kan identifiseer [2].

Hoë kwaliteit kringe

Hoë kwaliteit kringe word op aanvraag aan huurders verskaf en die kwaliteit van die kringe is van hoogstaande gehalte. In die meeste gevalle mag die kring per jaar nie vir langer as 0.05 % onderbreek word nie. Indien die aftyd oorskry word is daar boetes teenwoordig wat Telkom aan die huurder moet betaal.

# HOOFSTUK 1

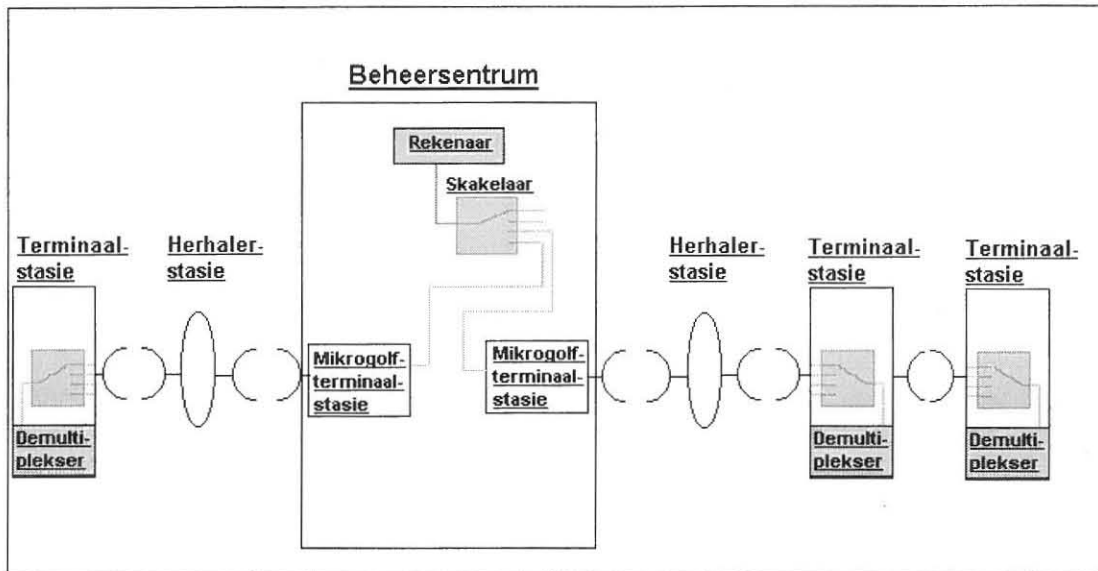
## INLEIDING

### 1.1 Oorsig

'n Land se vooruitgang word bepaal deur hoe sterk en effektief sy kommunikasie-infrastruktuur beheer word. Die effektiwiteit van 'n infrastruktuur hang af van die doeltreffende toetsing en instandhouding van die netwerk [7]. Aftyd speel 'n belangrike rol in enige kommunikasienetwerk, en moet geminimaliseer word. Met die deurlopende toename in rekenaartegnologie, sellulêretegnologie en datategnologie, word daar elke dag meer druk op 'n land se kommunikasie-infrastruktuur geplaas vir hoër kwaliteit kringe.

Die primêre doel van 'n beheersentrum is om 'n betroubare en verantwoordbare diens te voorsien aan die gebruikers [39]. Hierdie taak word die beste gedoen indien die beheersentrum diagnostiese kontrolering en toetse oor die kommunikasie verbinding kan uitvoer sonder om die verkeer verbinding te onderbreek [39]. Om die doel te verwesenlik word beheersentrums toegerus met apparaat wat deurlopende kontrolering oor die netwerk kan uitvoer [39].

'n Afstandbeheerde demultiplekstoestel vir onbemande mikrogolfterminaalstasies is 'n goeie aanwinst vir 'n beheersentrum en kan bydra om 'n hoër kwaliteit netwerk daar te stel. Met die toestel kan die kwaliteit van digitale strome deur die netwerk bepaal word sonder om die diens te onderbreek.



**Figuur 1.1 'n Segment van 'n mikrogolfnetwerk met geïnstalleerde afstandbeheerde demultiplekstoestelle**

Figuur 1.1 toon 'n segment van 'n mikrogolfnetwerk en die dele in grys toon die komponente wat vir hierdie ontwikkelingsnavorsing projek ontwikkel is. 'n Mikrogolfnetwerk bestaan uit 'n beheersentrum wat beheer oor die netwerk uitoefen. Terminaalstasies kom voor waar die 140 Mg/s (Megagrepe per sekonde) strome termineer en na transmissiesentrums gevoer word. By herhalerstasies vind regenerering van 140 Mg/s strome plaas. In die navorsing is 'n kommunikasie skakelaar vir die beheersentrum sowel as kommunikasie skakelaars vir die terminaalstasies ontwikkel. Verder is programmatuur vir die rekenaar by die beheersentrum ontwikkel om die demultipleksers en die kommunikasie skakelaars by die terminaalstasies te beheer. 'n Pic mikrobeheerder gekoppel aan apparatuur is gebruik om die funksie van die kommunikasie skakelaar te verrig. Die programmatuur vir die mikrobeheerder sowel as die apparatuur is in die navorsing ontwikkel. Die funksie van die kommunikasie skakelaar by die beheersentrum is om tussen verskeie mikrogolfoetes te skakel.

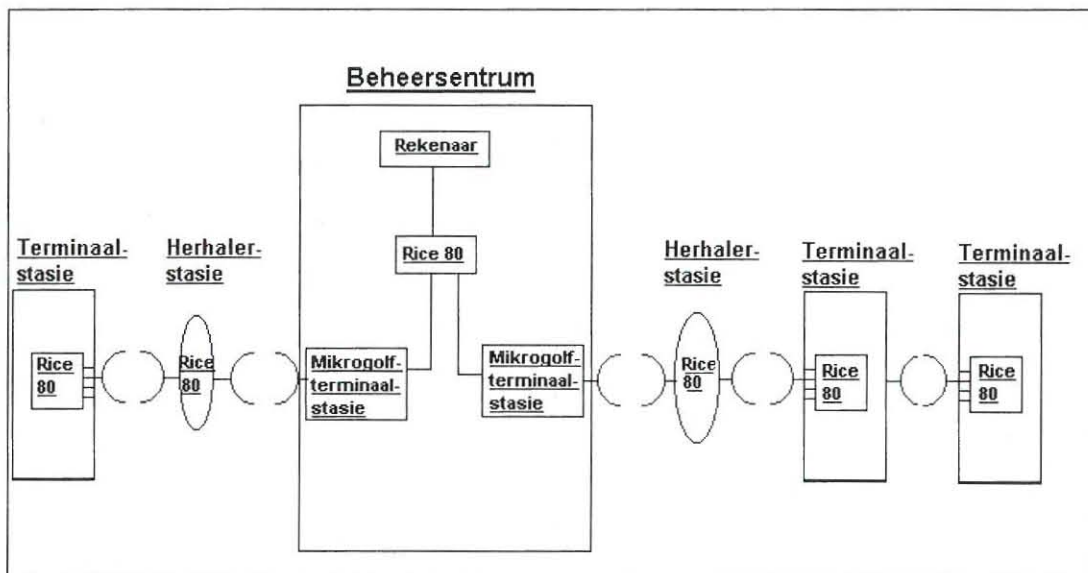
Die funksies van die kommunikasie skakelaars by terminaalstasies is om die geselekteerde mikrogolfkanaal deur te skakel na die inset van die demultiplekser. Elke terminaalstasie beskik oor 'n unieke adres en word daar op die wyse tussen terminaalstasies geselekteer. Die funksie word ook verrig m.b.v. die kommunikasie skakelaars by die terminaalstasies. Sodra die verlangde mikrogolfkanaal op die verlangde mikrogolfoete by 'n verlangde terminaalstasie m.b.v. die rekenaar by die beheersentrum geselekteer is, kan die demultiplekserresultaat van die geselekteerde mikrogolfkanaal by die beheersentrum verkry word sonder om die stroom te onderbreek [33].

Die demultiplekser word gebruik om 'n datastroom te ontleed. Die datastroom kan bestaan uit 'n 140 Mg/s, 34 Mg/s, 8 Mg/s, of 'n 2 Mg/s. M.b.v. die demultiplekser kan die strome opgebreek word tot op 'n enkele 64 Kg/s (Kilogreep per sekonde)-kanaal. Die resultaat wat op die demultiplekser se skerm verkry word, is direk eweredig aan die kwaliteit van die spesifieke kanaal [33].

## 1.2 Probleemstelling en moontlike oplossings

Dit is noodsaaklik dat 'n mikrogolfkanaal wat uit 1920 telefoon-/datakanale of 4 TV-kanale bestaan se aftyd geminimaliseer moet word. Tans moet tegnisi vanaf die beheersentra ver afstande aflê na onbemande mikrogolfherhaler- en terminaalstasies om te identifiseer by watter mikrogolfstasie 'n mikrogolfkanaal foutief is. Dit bring onnodige koste t.o.v. brandstof, onderhoud van voertuie, oortyd van personeel, verlies aan inkomste en boetes t.o.v. belangrike kringe mee. ***Alle syfers in die dokument wat kursief en in vet letters gedruk is, is net 'n voorstelling om die ekonomiese sy van die navorsing te staaf en bevat glad nie die korrekte syfers van Telkom nie. Die syfers is konfidensieel en mag nie***

**beskikbaar gestel word nie.** 'n Studie oor die kostes vir die onderhoud van die netwerk toon dat die onderhoud en herstelwerk op die 140 Mg/s mikrogolfnetwerk Telkom jaarliks ongeveer **R 945 000,00** kos in die Vrystaat streek. 'n Verlies aan inkomste a.g.v aftyd van 140 Mg/s strome beloop ongeveer **R 2 100 000,00** per jaar in die Vrystaat streek. Die hoofrede van die verlies is a.g.v. hooflyn telefoonoproepe wat nie in die aftyd kan plaasvind nie. Die verlies kan ook verder toegeskryf word aan boetes wat vereffen moet word t.o.v. belangrike 'GSM'- (Global Systems Mobile) en datakringse.



**Figuur 1.2 'n Segment van die bestaande mikrogolfnetwerk**

Figuur 1.2 toon 'n voorbeeld van 'n bestaande mikrogolfnetwerk. Die rekenaar by die beheersentrum is gekoppel aan 'n 'rice' 80 ('Remote Indication Control Equipment') rekenaar wat gekoppel is aan al die 'rice' 80's by al die mikrogolfstasies d.m.v. die mikrogolfdienskanaal. Al die alarms wat vanaf die mikrogolfstelsels verkry word, word aan die 'rice' 80 gekoppel en kan by die beheersentrum ontvang word. Die probleem ontstaan dat die mikrogolfstelsels nie voorsiening maak vir 'n voldoende

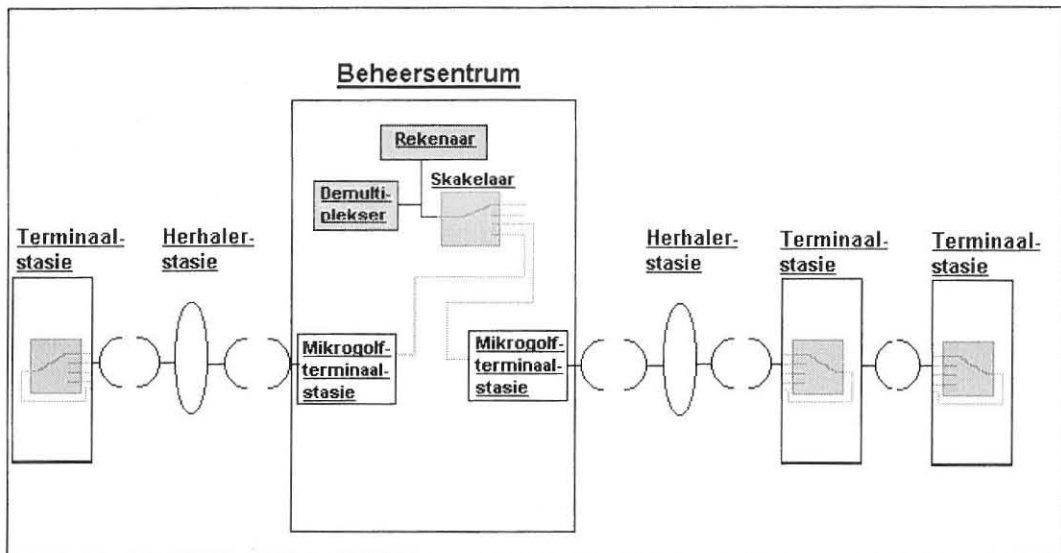
bisfouttempo verhouding alarm nie. Indien 'n mikrogolfkanaal foutief is in so mate dat die kanaal bisfoute veroorsaak in die netwerk word geen alarms by die beheersentrum ontvang nie. Tegnici moet ver afstande aflê om foutopspring te verrig. Wat die probleem vererger is dat 'n 140 Mg/s stroom d.m.v. mikrogolfstelsels verbind kan wees tussen Kaapstad en Durban en die bisfoute vanaf enige mikrogolfstasie verkry kan word.

### **1.3 Alternatiewe oplossings**

Die eerste oplossing naamlik die afstandbeheerde demultiplekstoestel is bespreek in paragraaf 1.1. Die oplossing is gekies na die voltooiing van die uitvoerbaarheidstudie. Die alternatiewe oplossings is die ekstra mikrogolfkanaal en die raamwoord byvoeging metode.

#### **1.3.1 Ekstra mikrogolfkanaal**

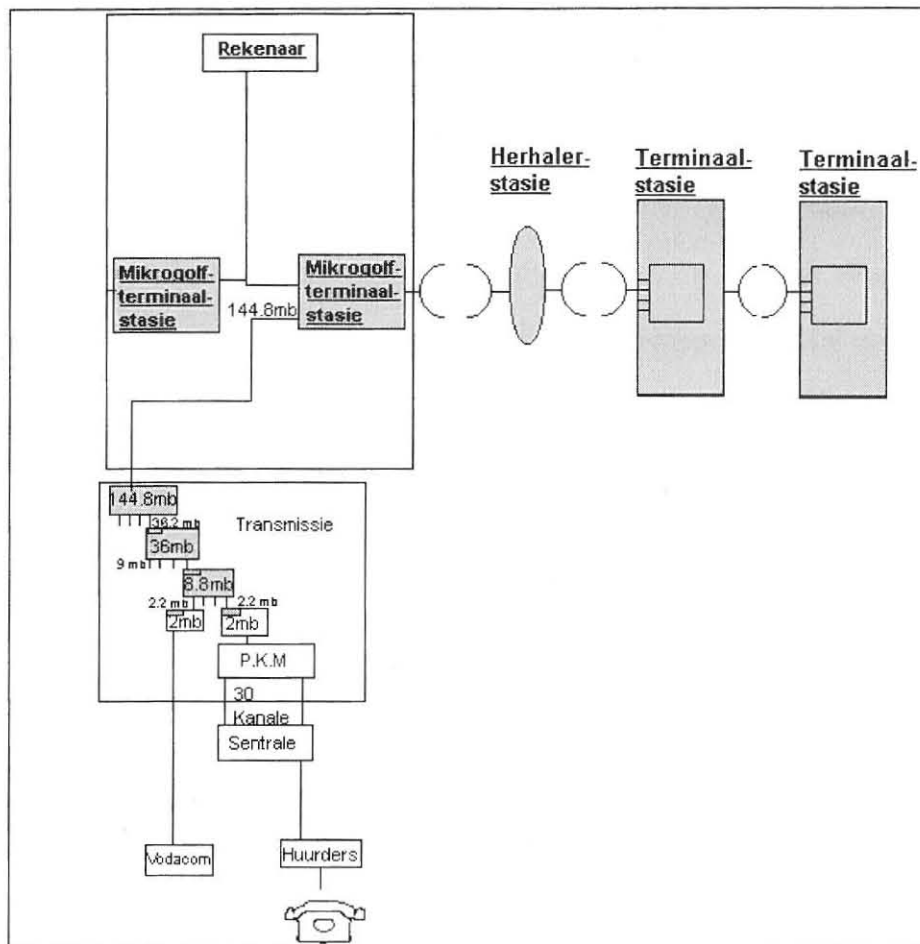
Met die installering van 'n ekstra mikrogolfkanaal tesame met die skakelaars kan die probleem ook opgelos word. In figuur 1.3 is 'n ekstra mikrogolfkanaal met een demultiplekser en kommunikasie skakelaars bygevoeg tot die netwerk. Indien die demultiplekserresultaat van 'n mikrogolfkanaal verlang word, word die verlangde mikrogolfkanaal op die verlangde mikrogolfroete by 'n verlangde terminaalstasie m.b.v. die rekenaar by die beheersentrum geselekteer. Die kommunikasie skakelaar by die terminaalstasie voer die geselekteerde 140 Mg/s stroom in die ekstra mikrogolfkanaal en die stroom word by die beheersentrum ontvang en ingevoer in die demultiplekser.



**Figuur 1.3** 'n Afstandbeheerde mikrogolfkanaaltoestel

### 1.3.2 Raamwoord byvoeging

Figuur 1.4 toon die tweede alternatief. By die multiplekseringsproses word 'n raamwoord bygevoeg by elke individuele stroom by al die multiplekseringsvlakke wat tot gevolg het dat die bitempo verhoog. Programmatuur kan aangewend word om die raamwoord by mikrogolfstasies uit die strome te onttrek om te bepaal of bispoute voorgekom het.



**Figuur 1.4 Raamwoord byvoeging**

## 1.4 Doel van die studie

'n Afstandbeheerde demultiplekstoestel word by onbemande mikrogolfterminaal-stasies geïnstalleer op mikrogolfkanale (140 Mg/s-strome) sodat mikrogolfkanale vanaf die beheersentra gemonitor kan word sonder om die verkeer te onderbreek om sodoende foutiewe mikrogolfkanale en/of seksie(s) te identifiseer, aftyd te minimaliseer en voorkomende instandhouding te kan toepas op die kanale wat dit

benodig. Foutopsporing op datakringe sal ook vergemaklik word. Die demultiplexstoestel kan gebruik word om die 140 Mg/s-stroom af te breek tot 'n spesifieke datakanaal sodat die kanaal by die terminaalstasie getoets kan word [2]. Die beheer van die demultiplexstoestel moet m.b.v. 'n rekenaar vanaf die beheersentra gedoen word en die resultaat moet d.m.v. 'n aktiewe skerm vertoon word. Ondersoek na moontlike netwerkkanaal as datakoppelvlak sal gedoen word [31].

## 1.5 Hipotese

'n Afstandbeheerde demultiplexstoestel kan tot die mikrogolfbeheersentrum bygevoeg te word om kostes te bespaar, die kwaliteit van die netwerk te verbeter, foutopsporing op mikrogolfkanale te vergemaklik en te bespoedig.

## 1.6 Belangrikheid van die produk

Die demultiplexer (ARG 1066) word tans gebruik as tegnisi foutopsporing op die netwerk doen en is 'n betroubare instrument wat vanaf 'n 140 Mg/s stroom tot 'n 64 Kg/s-stroom kan ontleed en die resultaat is die weergawe van die kwaliteit van die stroom, maar die instrument word nie tot sy volle potensiaal aangewend nie.

Tans word demultiplexstoestelle by sommige onbemande terminaalstasies gestoor. Met die afstandbeheerde demultiplexstoestel is dit nie nodig om tegnisi na ure uit te roep om by verskeie punte op die netwerk te toets vir bisfoute nie. Die funksie word deur die toestel behartig. 'n Geraamde besparing van oortyd, brandstof, boetes en onderhoud wat die toestel kan meebring beloop ongeveer **R 210 000,00** per jaar in die Vrystaat streek.

Aftyd kan drasties verminder word en 'n geraamde besparingswaarde t.o.v. verlies aan inkomste beloop **R 1 220 906,40** per jaar in die Vrystaat streek . 'n Geraamde totale besparingswaarde in die Vrystaat streek beloop ongeveer **R 1 430 906,40** per jaar wat die afstandbeheerde demultiplekstoestel kan meebring.

## 1.7 Navorsingsmetodes en tegnieke gevolg

Die volgende metodes is gevolg met die ontwerp van die produk.

- Doen 'n volledige uitvoerbaarheidstudie om die kostebesparings moontlikhede te ondersoek en 'n betroubare en uitvoerbare oplossing vir die probleem te identifiseer.
- Ondersoek die moontlikheid om demultiplekstoestel oor 'n afstand te beheer.
- Skryf van programmatuur om demultiplekstoestel oor 'n afstand te beheer.
- Skryf van programmatuur vir die mikrobeheerder.
- Ontwerp van apparatuur wat deur die mikrobeheerder beheer word.

Aan die einde van die ontwerp word die finale toetsing van programmatuur en apparatuur in geheel gedoen en veranderings word aangebring.

## 1.8 Opsomming

Hoofstuk 1 gee 'n inleiding t.o.v. die ontwerp van die afstandbeheerde demultipleks-toestel sowel as twee alternatiewe oplossings. In hoofstuk 2 word die 3 moontlike oplossings t.o.v. kostes sowel as voor en nadele bespreek. Die verandering wat teweeggebring kan word met die installasie van afstandbeheerde demultipleks-toestelle word ook in hoofstuk 2 bespreek. Die tegniese spesifikasies, produkontwerp en die vereistes waaraan die produk moet voldoen word bespreek in hoofstuk 3. Die bemarkingsvereistes sowel as die produkontwerp word in hierdie hoofstuk bespreek. Hoofstuk 4 behels die ontwerp en die ontwikkeling van die afstandbeheerde demultipleks-toestel in terme van apparatuur en programmatuur terwyl hoofstuk 5 die eksperimente uitgevoer in die projekontwerp beskryf bevat. Die projek- opsomming sowel as 'n rigtingaanwyser vir toekomstige navorsing word in hoofstuk 6 bespreek.

## HOOFSTUK 2

# UITVOERBAARHEIDSTUDIE

### 2.1 Inleiding

In die uitvoerbaarheidstudie word die drie moontlike oplossings teen mekaar opgeweeg t.o.v. koste, voor- en nadele en die uitvoerbaarheid van die oplossing. ***Alle syfers in die dokument wat kursief en in vet letters gedruk is, is net 'n voorstelling om die ekonomiese sy van die navorsing te staaf en bevat glad nie die korrekte syfers van Telkom nie. Die syfers is konfidensieel en mag nie beskikbaar gestel word nie.***

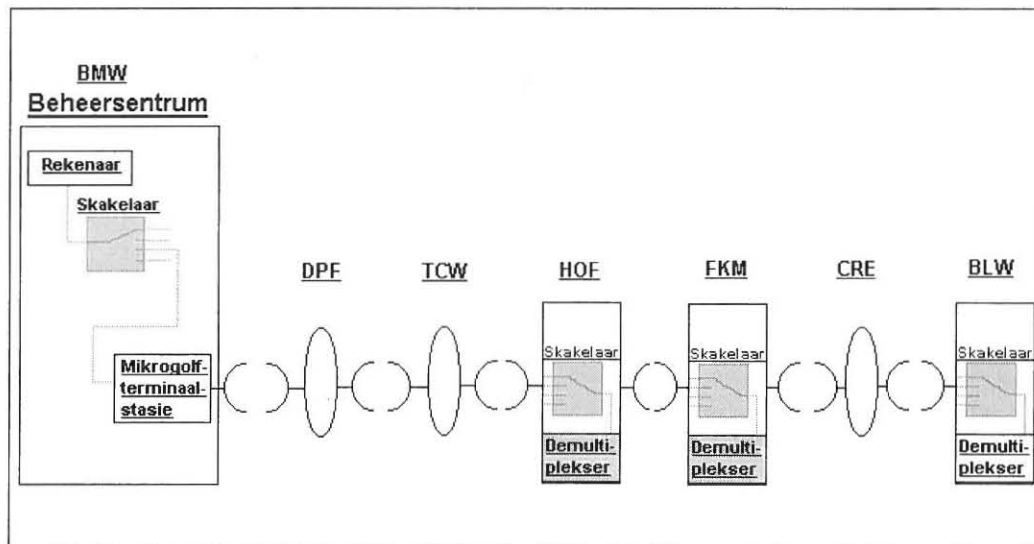
Foutopspring op die bestaande wyse sowel as foutopspring m.b.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel word m.b.v. 'n voorbeeld bespreek.

### 2.2 Uitvoerbaarheidstudie

#### 2.2.1 Inleiding

'n Kostebepaling van elk van die drie metodes word in die uitvoerbaarheidstudie uitgevoer. Met die kostebepaling van die drie moontlike oplossings nl. die afstandbeheerde demultiplekstoestel, die ekstra mikrogolfkanaal en die raamwoord byvoeging metode word een mikrogolfroete as 'n voorbeeld gebruik om die koste van die verskillende metodes aan te dui. Die rede hoekom die metode gebruik is, is a.g.v. die komplekse netwerk van Telkom. Die voorbeeld wat gebruik word is

die BMW – BLW (Bloemfontein – Bethlehem- Mikrogolf) roete. Na die kostebepaling word die voor- en nadele wat die drie metodes nl. die afstandbeheerde demultiplekstoestel, die raamwoord byvoeging metode en die ekstra mikrogolfkanaal metode vir Telkom kan inhou bespreek. Die uitvoerbaarheid van elke metode word bespreek en 'n finale keuse word gedoen.



**Figuur 2.1 BMW - BLW mikrogolfroete met afstandbeheerde demultiplekstoestelle**

### 2.2.2 Koste t.o.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel

Figuur 2.1 toon die BMW-BLW mikrogolfroete. Die dele in grys toon die dele wat bygevoeg moet word tot die bestaande netwerk om die afstandbeheerde demultiplekstoestel metode te implementeer. Die roete bestaan uit 4 terminaalstasies. Drie van die 4 terminaalstasies is onbeman. Die onbemande stasies is HOF (Hoogfontein-Mikrogolf), FKM (Ficksburg-Mikrogolf) en BLW (Bethlehem-Mikrogolf). BLW beskik oor 'n demultiplekser en moet demultipleksers vir HOF en FKM aangekoop word. Die bestaande rekenaar by die beheersentrum is geskik om die skakelaars en demultiplekstoestelle oor 'n afstand te beheer.

Tabel 2.1 toon die kosteraming van die afstandbeheerde demultiplexstoestel tussen BMW en BLW.

**Tabel 2.1 Kosteraming t.o.v. die afstandbeheerde demultiplexstoestel**

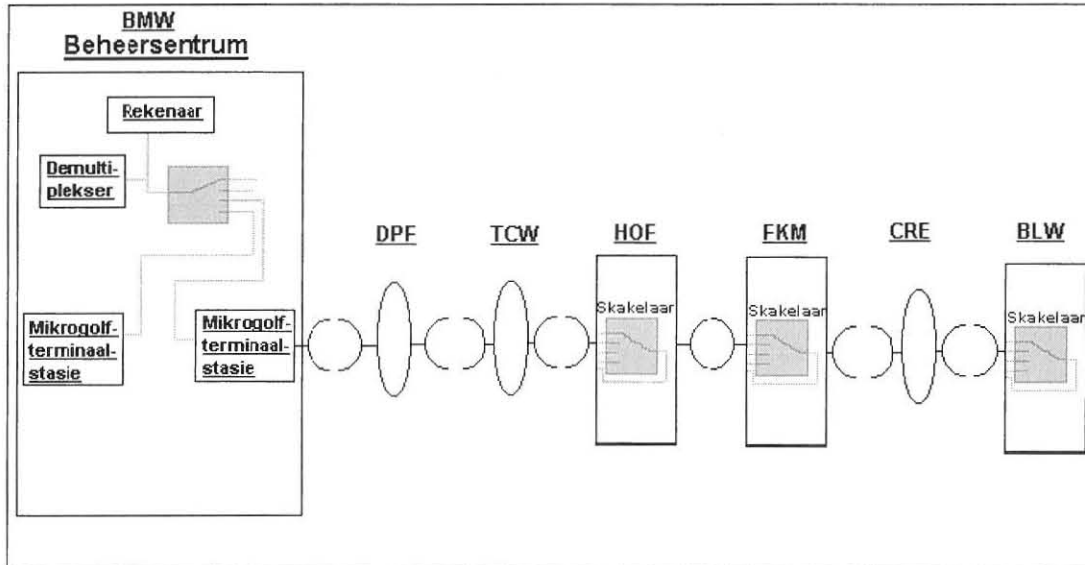
Item	Hoeveelheid	Prys	Totaal
Arg 1066 Demultiplexser	2	145 000,00	290000
Skakelaars	4	750,00	3000
Koaksiale kabel	3	1 000,00	3000
Koaksiale koppelskakels	21	20,00	420
Bykomstighede	4	50,00	200
Arbeid en verblyf	2	<b>2152,50</b>	<b>4305</b>
Vervoer		<b>1000,00</b>	<b>1000</b>
			<b>301925</b>

Drie kommunikasie skakelaars word by die onbemande terminaalstasies benodig sowel as 'n kommunikasie skakelaar om tussen roetes te selekteer by die beheersentrum. Koaksiale kabel is bereken op 3 rolle van 100 m elk. Koaksiale kabel word benodig vir die koppeling van die mikrogolfkanale aan die kommunikasie skakelaar. By elk van die 3 onbemande terminaalstasies is daar 7 mikrogolfkanale en word 21 koaksiale koppelskakels benodig vir die koppeling van die koaksiale kabel aan die mikrogolfkanale. Bykomstighede word vir al die terminaalstasies benodig en behels kabelgang, kabellysversiering ens. Arbeid en verblyf is bereken vir 2 tegnisi om die werk in 5 dae te voltooi. Fastfleet is die verskaffer van motors aan Telkom en die vervoer is bereken teen Fastfleet tariewe vir 5 dae en sluit brandstof en onderhoud in. Die kosteraming vir die byvoeging van die afstandbeheerde demultiplexstoestel tot die roete beloop **R 301 925,00**.

### 2.2.3 Kosteraming vir die afstandbeheerde mikrogolfkanaaltoestel

Figuur 2.2 toon die BMW–BLW mikrogolfroete en die dele in grys toon die

komponente wat tot die bestaande netwerk bygevoeg moet word om die afstandbeheerde mikrogolfkanaaltoestel metode te implementeer.



**Figuur 2.2 BMW - BLW mikrogolfroete met 'n ekstra mikrogolfkanaal**

Tussen FKM en BLW is 'n bestaande ekstra mikrogolfkanaal wat nie verkeer dra nie wat gebruik kan word vir die afstandbeheerde mikrogolfoestel en hoef daar net 'n ekstra mikrogolfkanaal vanaf BMW tot by FKM geïnstalleer word. Net een demultiplekser word by die beheersentrum benodig en BMW beskik oor 'n demultiplekser.

**Tabel 2.2 Kosteraming t.o.v. die ekstra mikrogolfkanaal metode**

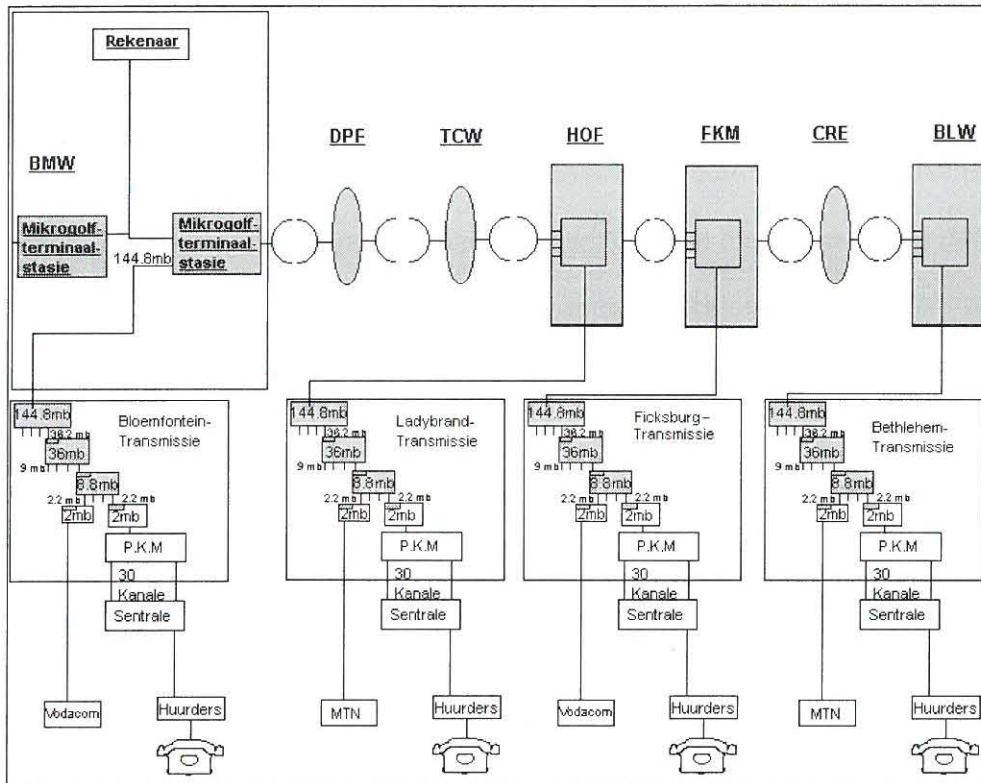
Item	Hoeveelheid	Prys	Totaal
Terminaalstasies	4	200 000,00	800000
Herhalerstasies	2	360 000,00	720000
Kommunikasie skakelaars	4	750,00	3000
Arbeid en verblyf	4	6 457,00	25830
Vervoer	2	3 000,00	6000
			<b>1554830</b>

Die totale kosteraming getoon in tabel 2.2 om die afstandbeheerde mikrogolfkanaaltoestel tot die bestaande netwerk by te voeg tussen BMW en BLW beloop **R 1 554 830,00**. Die 4 terminaalstasies waarvoor begroot word is BMW, FKM en HOF. By HOF word 2 terminale benodig. Die 2 herhalerstasies waarvoor begroot word is DPF (Diepfontein-Mikrogolf) en TCW (Thaba 'Nchu-Mikrogolf) .

Drie kommunikasie skakelaars word by die onbemande terminaalstasies benodig sowel as 'n kommunikasie skakelaar om tussen roetes te selekteer by die beheersentrum. Arbeid en verblyf is bereken vir 4 tegnisi om die arbeid in 15 dae te verrig. Vervoer is bereken teen Fastfleet tariewe vir 2 voertuie vir 15 dae en sluit brandstof en onderhoud in.

#### **2.2.4 Kosteraming t.o.v. raamwoord byvoeging**

Figuur 2.3 toon die raamwoord byvoeging metode en die dele in grys toon die komponente wat tot die bestaande netwerk bygevoeg moet word om die raamwoord byvoeging metode te implementeer tussen BMW en BLW. Die bitempo is tans net 'n teoretiese voorstelling en a.g.v. die verhoging in die bitempo sal dit ook geweldig duur wees omrede die bestaande stelsels en die bestaande toetsapparaat nie voorsiening maak vir 'n hoër bitempo nie. Die metode het tot gevolg dat alles behalwe die sentrales vervang moet word met nuwe apparaat. Die nuwe apparaat voeg self die raamwoord in by al die vlakke van multipleksing wat by die transmissiesentrums geskied en d.m.v. programmatuur kan die raamwoord by al die punte op die netwerk onttrek word om te bepaal of bisfoute voorgekom het. Hierdie metode bevat volledige stelsels met programmatuur wat van 'n verskaffer aangekoop kan word. Hierdie stelsels is klaar ontwerp en is daar geen verdere navorsing komponent teenwoordig nie.



**Figuur 2.3 BMW – BLW mikrogolfoete met die raamwoord byvoeging metode in grys aangedui**

Indien die raamwoord byvoeging geïmplementeer word moet die stelsels by die transmissiesentrums sowel as die stelsels by die beheersentrum asook die stelsels by die herhaler- en terminaalstasies vervang word. Opleiding sal aan tegnici verskaf moet word vir die installering en instandhouding van die nuwe stelsels sowel as die gebruik van die nuwe toetsapparaat.

Tabel 2.3 toon die kosteraming vir die installering van die raamwoord byvoeging metode tussen BMW en BLW. Die totale koste vir die raamwoord byvoeging metode beloop **R 21 789 680,00**. Die 6 terminaalstasies waarvoor begroot word is BMW, HOF, FKM en BLW. By HOF en FKM word 2 terminale by elke stasie benodig. Die 3 herhalerstasies waarvoor begroot word is DPF, TCW en CRE (Corea-Mikrogolf). Die toetsapparaat waarvoor begroot is, is vir 6 digitale

analiseerders wat die hoër b... raamwoord kan ontleed. Die transmissie-apparaat word benodig vir Bloemfontein-, LB- (Ladybrand), FKB- (Ficksburg) en Bethlehem-transmissie. By LB en FKB word dubbele apparaat benodig. Koaksiale kabel is bereken vir 10 rolle van 100m elk. Vir opleiding t.o.v. die stelsel is begroot vir **R 150** p/p/p/d. Die tydperk van die kursus is 20 dae. Die koste van opleiding verskaf t.o.v. die toetsapparaat beloop **R 170** p/p/p/d. Die tydperk van die kursus is 4 dae. Die installasietermyn is bereken op 40 dae vir 12 tegnisi om die projek te voltooi. Die koste is bereken op **R 430,50** p/p/p/d vir arbeid en verblyf. Vervoer is bereken teen Fastfleet tariewe vir 40 dae. Die koste beloop **R 200** p/d en sluit brandstof en onderhoud in. Bykomstighede word vir al die stasies benodig en behels kabelgang, kabellysversiering ens.

**Tabel 2.3      Kosteraming t.o.v. raamwoord byvoeging tot die netwerk**

Item	Hoeveelheid	Prys	Totaal
Terminaalstasies	6	<b>1 020 000</b>	<b>6120000</b>
Herhalerstasies	3	<b>810 000</b>	<b>2430000</b>
Toetsapparaat	6	155000	930000
Transmissie-apparaat	6	<b>2 000 000</b>	<b>12000000</b>
Koaksiale kabel	10	1000	10000
Kursus vir die stelsel	12	<b>3000</b>	<b>36000</b>
Kursus vir die toetsapparaat	12	<b>680</b>	<b>8160</b>
Arbeid en verblyf	12	<b>17 220</b>	<b>206640</b>
Vervoer	6	<b>8000</b>	<b>48000</b>
Bykomstighede	11	80	880
			<b>21789680</b>

### 2.2.5 Voor- en nadele

Die voordele wat die afstandbeheerde demultiplekstoestel, die ekstra mikrogolfkanaal metode en die raamwoord byvoeging metode vir Telkom kan inhou

word getoon in tabel 2.4. Die raamwoord byvoeging metode en die afstandbeheerde demultiplekstoestel, die ekstra mikrogolfkanaal metode en die raamwoord byvoeging metode vir Telkom kan inhou word getoon in tabel 2.5

**Tabel 2.4 Voordele wat elke metode afsonderlik vir Telkom kan inhou**

<b>Voordele t.o.v. raamwoord byvoeging</b>	Sentrale beheer m.b.v. programmatuur.	Kwaliteit van 'n digitale stroom kan by enige punt op die netwerk bepaal word.	Buigsaam	Betroubaar	Voldoen aan alle wêreld standaarde
<b>Voordele t.o.v. afstand-beheerde demultiplekstoestel</b>	Sentrale beheer m.b.v. programmatuur.	Minimale instal- lering benodig	Geen opleiding benodig	Betroubaar	Koste effektief
<b>Voordele t.o.v. ekstra mikrogolfkanaal byvoeging</b>			Geen opleiding benodig		Koste effektief

Sentrale beheer soos getoon in tabel 2.4 maak voorsiening vir indien Telkom vanaf 'n sentrale punt al die stelsels in die land wil beheer. Die stelsels met raamwoord byvoeging is baie buigsaam en word ten volle met programmatuur gedoen. 'n Mikrogolfkanaal kan bv. met programmatuur herroeteer word. Met die afstandbeheerde demultiplekstoestel en die ekstra mikrogolfkanaal word geen addisionele opleiding benodig nie. 'n Geskrewe handleiding sal voldoende wees.

**Tabel 2.5 Nadele wat elke metode afsonderlik vir Telkom kan inhou**

<b>Nadele t.o.v. raamwoord byvoeging</b>	Hoë koste	Volledige opleiding word benodig	Groot installasies		
<b>Nadele t.o.v. afstandbeheerde demultiplekstoestel</b>	Nie buigsaam	Die kwaliteit van die netwerk kan net by sekere punte bepaal word		Voldoen nie aan alle wêreld standaarde nie	
<b>Nadele t.o.v. ekstra mikrogolf- kanaal byvoeging</b>	Nie buigsaam	Die kwaliteit van die netwerk kan net by sekere punte bepaal word	Installasies	Voldoen nie aan alle wêreld standaarde nie	Onbetroubaar Sentrale beheer onmoontlik

Met die afstandbeheerde demul... ie mikrogolfkanaal byvoeging kan die kwaliteit van die mikrogolfkanale net by die terminaalstasies bepaal word en nie by die herhalerstasies nie. Indien bisfoute voorkom op die ekstra mikrogolfkanaal sal bisfoute op die demultiplekser verkry word. Die bisfoute van die ekstra mikrogolfkanaal word dan basies bygevoeg by die mikrogolfkanaal wat getoets is en word 'n onbetroubare resultaat van die mikrogolfkanaal wat getoets word verkry.

## 2.2.6 Uitvoerbaarheid

Die raamwoord byvoeging is 'n baie duur metode en sal moeilik geïmplementeer word omrede al die bestaande stelsels en bestaande toetsapparaat vervang sal moet word . Tegnici sal ook opleiding vir die nuwe toetsapparaat sowel as vir die nuwe stelsels moet ontvang.

Die mikrogolfkanaal byvoeging bied glad nie 'n oplossing vir die probleem nie a.g.v. die moontlikheid dat 'n onbetroubare resultaat ontvang kan word.

Die afstandbeheerde demultiplekstoestel bied die beste oplossing vir die probleem. Die metode kan teen 'n billike prys geïmplementeer word en minimale installing word benodig.

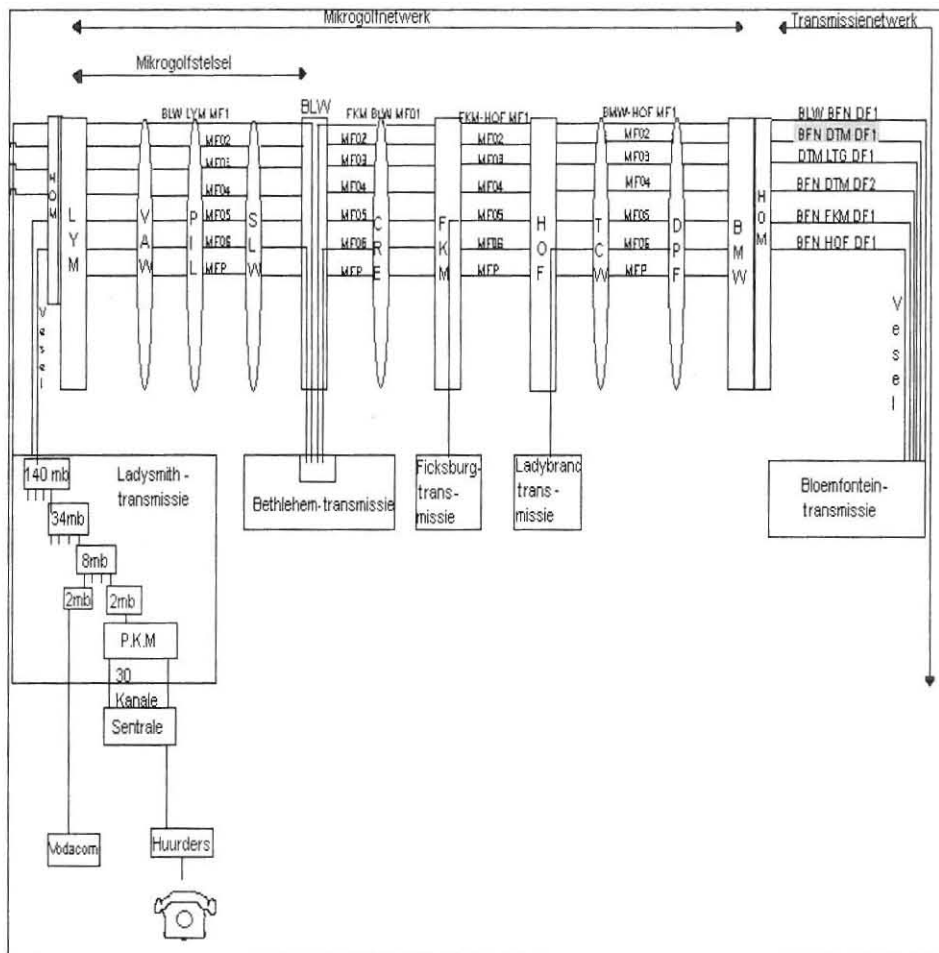
## 2.2.7 Keuse

Na die voltooiing van die uitvoerbaarheidstudie is die keuse uitgeoefen en is daar besluit op die afstandbeheerde demultiplekstoestel. Alhoewel die raamwoord byvoeging metode die ideaal is, is die koste verbonde aan die metode te hoog en sal dit Telkom te lank neem om die hoë insetkoste in wins te omskep.

Die afstandbeheerde demultiplekstoestel is 'n betroubare en vinnige oplossing vir die probleem teen die beste prys.

### 2.3 Bestaande wyse van foutopspringing

Met foutopspringing moet daar eerstens vasgestel word watter deel van die netwerk verantwoordelik gehou kan word vir die bisfoute wat in die netwerk voorkom.



**Figuur 2.5 'n Segment van 'n tipiese Telkomnetwerk**

Die BFN – DTM DF1 (Bloemfontein-Transmissie – Durban-Transmissie DF1) soos getoon in figuur 2.5 word bespreek as 'n 140 Mg/s-stroom waarin bisfoute by BFN

voorkom. In so geval word 'n demultiplexer by BMW (Bloemfontein-Mikrogolf), op HOF – BMW MF02 (Hoogfontein-Mikrogolf – Bloemfontein-Mikrogolf MF02) gekoppel. 'n Stroomontleding word gedoen en die resultaat verkry. Indien die resultaat foutvry is, moet die probleem tussen BMW en BFN wees, waar bisfoute in die hoër orde multiplekseringsapparaat kan voorkom.

Indien die resultaat nie binne spesifikasie toets by BMW nie kan die probleem enige plek op die netwerk tussen BMW en DTM (Durban-Transmissie) wees. By die beheersentrum (BMW) word die mikrogolfstelsels onder ons beheer na die bystandskanaal geskakel. HOF – BMW MF2 sal oorgeskakel word na die bystandskanaal. Indien geen verandering aan die resultaat by BMW teweeggebring is nie kan 'n aanname gemaak word dat dit nie die mikrogolfstelsel tussen BMW en HOF is wat die bisfoute op die netwerk veroorsaak nie. Al die mikrogolfstelsels sal beurtelings na die bystandskanaal oorgeskakel word. Indien die resultaat by BMW foutvry is nadat 'n mikrogolfstelsel oorgeskakel is, is die foutiewe seksie geïdentifiseer en word tegnisi uitgestuur om die fout te herstel. Indien al die mikrogolfstelsels tot by LYM (Ladysmith-Mikrogolf) na die bystandskanaal oorgeskakel is en geen resultaatverandering plaasgevind het nie sal DBW (Durban-Mikrogolf) die fout verder hanteer. DBW het 6 mikrogolfstelsels waarop die bogenoemde toetse herhaal moet word as die 140 Mg/s-stroom foutvry vanaf DTM ontvang word. Dit kom dikwels voor dat DBW die mikrogolfkanaal by al 6 die mikrogolfstelsels oorskakel na die bystandskanaal en geen resultaatverbetering plaasvind nie. Dit is a.g.v. 'n mikrogolfbystandskanaal wat ook bisfoute op die netwerk veroorsaak of dit kan wees a.g.v. 'n foutiewe BK- skakelaar wat verantwoordelik is vir die skakeling van MF02 na die bystandskanaal. Die BK-skakelaar is gemeenskaplik t.o.v. MF02 en die bystandskanaal en die 140 Mg/s-stroom beweeg permanent deur die skakelaar.

Indien die foutiewe seksie nie vanaf die beheersentrum geïdentifiseer kan word nie sal tegnisi uitgeroep word om by die mikrogolfterminale oor die mikrogolfnetwerk demultiplekstoestelle op die 140 Mg/s-stroom te koppel om te identifiseer watter stelsel verantwoordelik gehou kan word vir die bisfoute.

Foutopsporing op die wyse is 'n tydsame en onbetroubare metode. Foutopsporing is op aannames gebaseer en nie op feite nie. Nadat die fout gerapporteer is, gaan daar tyd verlore veral as die foutiewe mikrogolfstelsel nie vanaf die beheersentrum geïdentifiseer kon word nie. Tegnisi is nie onmiddellik beskikbaar om bystand te verleen aan die beheersentrum nie en is dikwels besig met ander foute. 'n Prioriteitslys word dan gevolg, maar ver afstande vanaf een fout na 'n ander met 'n hoër prioriteit moet soms afgelê word. Die beheersentrum benodig 'n betroubare metode om onmiddellik met 'n definitiewe gestaafde resultaat te kan weet wat die kwaliteit is van die netwerk.

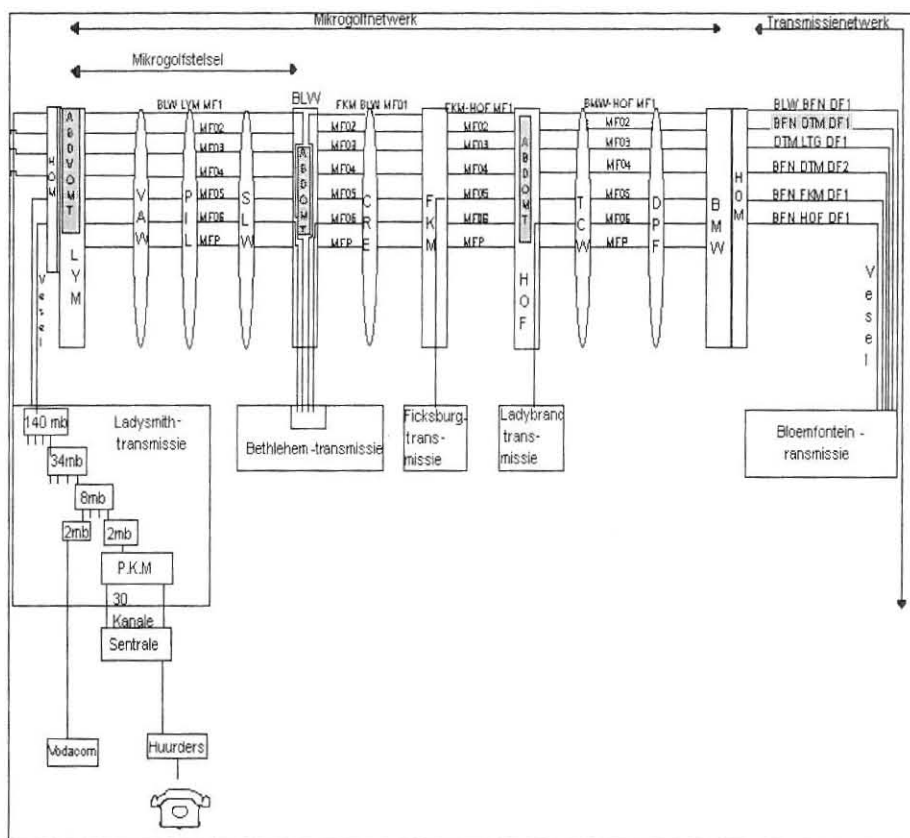
## **2.4 Foutopsporing m.b.v die afstandbeheerde demultiplekstoestel**

Met foutopsporing kan die afstandbeheerde demultiplekstoestel vir onbemande mikrogolfterminale 'n geweldige impak meebring wat besparing aan tyd en kostes betref.

Figuur 2.6 is 'n voorgestelde mikrogolfnetwerk met geïnstalleerde afstandbeheerde demultiplekstoestelle by LYM, BLW en HOF. Dieselfde probleem soos in paragraaf 2.4 word nou bespreek (bisfoute op BFN – DTM DF1) met 'n nuwe oplossing.

By BMW kan 'n demultiplekstoestel op die 140 Mg/s-stroom gekoppel word om 'n ontleding van die stroom te doen. Indien die resultaat nie binne spesifikasie is nie kan die afstandbeheerde demultiplekstoestel ingespan word om te bepaal hoe die

stroom ontvang word by LYM. LYM is die eerste stasie vanaf Durban onder BMW se beheer. Indien die stroom nie binne spesifikasie by LYM toets nie word die fout oorgehandig aan DBW. Indien die stroom binne spesifikasie toets by LYM word die afstandbeheerde demultiplekstoestel ingespan om onderskeidelik die stroom te toets by BLW en HOF. Die foutiewe mikrogolfstelsel kan onmiddellik bepaal word. Die foutiewe mikrogolfkanaal bv. HOF- BMW MF2 word geskakel na die bystandskanaal en tegnisi kan aandag gee aan die foutiewe mikrogolfkanaal. Geen aannames hoef gemaak te word nie. 'n Definitiewe resultaat van 'n mikrogolfkanaal word by die beheersentrum ontvang. 'n Foutiewe BK-skakelaar en 'n foutiewe bystandskanaal kan ook vanaf die beheersentrum uitgewys word.



**Figuur 2.6 'n Segment van 'n tipiese Telkomnetwerk met geïnstalleerde afstandbeheerde demultiplekstoestelle vir onbemande mikrogolfterminalstasies**

## 2.5 Opsomming

Na die voltooiing van die uitvoerbaarheidstudie is die volgende bevindings opgestel. Die raamwoord byvoeging is 'n baie duur metode en sal moeilik geïmplementeer word omrede al die bestaande stelsels en bestaande toetsapparaat vervang sal moet word. Tegnici moet ook opleiding ontvang vir die gebruik van die nuwe toetsapparaat sowel as installerings metodes en instandhouding metodes van die nuwe stelsels. Die mikrogolfkanaal byvoeging bied glad nie 'n oplossing vir die probleem nie a.g.v. die moontlikheid dat 'n onbetroubare resultaat ontvang kan word. Die afstandbeheerde demultiplexstoestel bied die beste oplossing vir die probleem. Die metode kan teen die beste prys geïmplementeer word en minimale installering word benodig. Die kwaliteit van die netwerk kan met 'n definitiewe resultaat gestaaf word.

## HOOFSTUK 3

# ONTWERPSPESIFIKASIES VIR DIE AFSTANDBEHEERDE DEMULTIPLEKSTOESTEL

### 3.1 Inleiding

Die hoofstuk beskryf die tegniese spesifikasies sowel as die vereistes waarin die produk moet voldoen. Die produkontwerp word ook bespreek.

### 3.2 Vereistes en tegniese ontwerp spesifikasies

Al die vereistes waaraan die produk moet voldoen, is geïdentifiseer. Soveel idees moontlik is ingesamel.

Die vereistes waaraan die produk moet voldoen, is in die volgende kategorieë saamgevat:

- Die vereistes waaraan die programmatuur moet voldoen.
- Die tipe mikrobeheerder wat by die terminaalstasies gebruik gaan word.
- Die koppelvlak wat gebruik gaan word.
- Die apparatuur wat gebruik gaan word.

Die spesifikasies is vasgestel vanaf die ontwerp kriteria.

#### 3.2.1 Vereistes waaraan programmatuur moet voldoen

Die apparatuur is beperk tot 'n minimum. Ongeveer 80% van die navorsing bestaan uit die ontwikkeling van programmatuur. Dit minimaliseer kostes en vergemaklik dit



Na samespreking met Telkom is die vereistes vir programmatuur vir die mikrobeheerder wat die hoof komponent van die kommunikasie skakelaar is saamgestel:

- Die data word vanaf die rekenaar uitgestuur teen 4800 bps (bisse per sekonde) en voorsiening moet gemaak word om dit teen dié tempo in te lees en te verwerk.
- Voorsiening moet gemaak word vir 'n stasie-adres sodat elke mikrobeheerder oor 'n unieke stasie-adres beskik.
- Die modem moet aan- en afgeskakel kan word soos benodig.
- Voorsiening moet gemaak word vir 'n kaart- en relê-adres.
- 'n Skakelingsopdrag moet daargestel word om 'n opdrag aan die apparatuur te stuur vir die selektering tussen die mikrogolfkanale.
- Die demultiplekser en die mikrobeheerder gaan saam op die lyn gekoppel word en sorg moet getref word sodat die instruksies wat aan die mikrobeheerder gestuur word, verskil van die instruksies vir die demultiplekser.
- Instruksies wat nie vir die mikrobeheerder bedoel is nie moet geïgnoreer word.
- Om die bogenoemde funksies te kan uitvoer word 'RAM' (Random Access Memory), en 'ROM' (Read Only Memory) benodig.

Programmatuur vir die beheer van die mikrobeheerder m.b.v. die rekenaar.

- Voorsiening moet gemaak word vir elke stasie se unieke adres.
- Mikrogolfkanale moet opgedeel word vir elke kaart. Elke kaart moet oor 'n unieke adres beskik.
- Die kanale op die kaart word deur relê's beheer en voorsiening vir relê-adresse moet gemaak word.

- Nadat die verlangde mikrogo... er is, moet 'n instruksie uitgestuur word om die modem aan te skakel sodat kommunikasie kan plaasvind tussen die rekenaar en die demultiplekser.

### 3.2.2 Die mikrobeheerder keuse

Die tipe mikrobeheerder wat gekies is om die funksie van die kommunikasie skakelaar te verrig is die pic 16c84. Die mikrobeheerder beskik oor die volgende funksies, 'n sentrale verwerkings eenheid, geheue, ossillator, waghond en inset / uitset poorte in een komponent [25]. Die pic mikrobeheerder is 'n 8 bis mikrobeheerder en is gebasseer op die Harvard argitektuur [25]. Die pic mikrobeheerder beskik oor 'n maksimum van 35 instruksies vir die programmatuur.

### 3.3 Spesifikasies vir die kommunikasie skakelaar

#### 3.3.1 Algemene spesifikasies vir die kommunikasie skakelaar

Vertooneenheid	Sewe segment vertoon multiplekser
Inset impedansie	75 ohm
Klok	4 Mhz
Kommunikasie tempo	4800 bisse per sekonde
Reaksietyd van afstandbeheerde toestel	55 sekondes

#### 3.3.2 Kragbron vir die kommunikasie skakelaar

Spanning	5 V gelykspanning
Krag verbruik	700 mW nominaal

### **3.3.3 Omgewings kondisies van die kommunikasie skakelaar**

#### **3.3.3.1 Omringende temperatuur**

Verwysings temperatuur	23°C +/-1°C
Ontwerp bestek	+5°C tot +40°C
Limiet bestek van werking	-5°C tot +40°C
Limiet bestek vir berging	-20°C tot +60°C

#### **3.3.3.2 Relatiewe humiditeit**

Verwysings bestek vir 23°C	45 tot 70%
----------------------------	------------

### **3.3.4 Fisiese data van die kommunikasie skakelaar**

Dimensie	454 * 250 * 545 mm (b * h * l)
Gewig	7 kg (nominaal)

## **3.4 Produkontwerp**

Al die parameters wat benodig word vir die ontwerp van die produk is ingesamel. Die beplanning en finalisering van die ontwerp kan nou geskied. Die tydsindeling vir die projek word aangedui met gantt kaarte in tabel 3.1 en tabel 3.2 [17]. Die projek het begin in Januarie 1995 en die beplande voltooiing is in die tweede week van September 1996. Die beplande tyd vir die uitvoerbaarheidstudie is 2 maande.

**Tabel 3.1 Tydskale vir die beplanning van die projek**

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Uitvoerbaarheidstudie	█	█										
Programmatuurontwerp vir die beheer van die kommunikasie skakelaar en die demultiplekser			█	█	█	█	█	█				
RS 232 koppelvlak tussen die rekenaar, demultiplekser en die kommunikasie skakelaar								█				
Keuse van die mikrobeheerder								█	█			
Programmatuurontwerp vir die kommunikasie skakelaar									█	█	█	
Prototipe mikrobeheerder											█	
Apparatuurontwerp vir die kommunikasie skakelaar												█
Koppeling van apparatuur aan die mikrobeheerder												█
Toets van die kommunikasie skakelaar												█
Koppeling van die projek												█
Toets van die projek												█
Ontfouting												█

**Tabel 3.2 Tydskale vir die beplanning van die projek**

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Se
Uitvoerbaarheidstudie	█								
Programmatuurontwerp vir die beheer van die kommunikasie skakelaar en die demultiplekser									
RS 232 koppelvlak tussen die rekenaar, demultiplekser en die kommunikasie skakelaar									
Keuse van die mikrobeheerder									
Programmatuurontwerp vir die kommunikasie skakelaar									
Prototipe mikrobeheerder									
Apparatuurontwerp vir die kommunikasie skakelaar	█	█							
Koppeling van apparatuur aan die mikrobeheerder		█							
Toets van die kommunikasie skakelaar			█	█					
Koppeling van die projek				█	█	█	█	█	
Toets van die projek					█	█	█	█	█
Ontfouting								█	█

Die beplande tyd vir die voltooiing van die programmatuur vir die beheer van die demultiplekser en die kommunikasie skakelaar vanaf die beheersentrum is 5 maande soos getoon in tabel 3.1. Vir die RS 232 koppelvlak tussen die rekenaar, die demultiplekser en die kommunikasie skakelaar is vir 2 weke beplan en die keuse van die mikrobeheerder se tydsbestek is 3 weke. Die tydsindeling vir die programmatuur vir die kommunikasie skakelaar is 3 maande. Die prototipe mikrobeheerder se tydsbestek is 2 weke. Die beplande tydsindeling vir die apparatuurontwerp vir die kommunikasie skakelaar is 2 maande soos getoon in tabel 3.1 en 3.2. Die beplande tydsbestek vir die koppeling van al die komponente aan die mikrobeheerder is 2 weke soos getoon in tabel 3.2. Die tydsindeling vir die toets van die kommunikasie skakelaar is 1 maand. Die tydsindeling vir die koppeling van al die komponente in die projek is 2 weke. Die beplande tydsindeling vir die toets van die projek is 15 weke en is daar voorsiening gemaak vir 6 weke om regstellings en veranderings aan die projek in geheel aan te bring.

**Tabel 3.3 Koste implikasies gedurende die ontwerp van die projek**

	R 0,00	R2500,00	R3635,00
Uitvoerbaarheidstudie	[Bar chart showing cumulative cost]		
Programmatuurontwerp vir die beheer van die kommunikasie skakelaar en die demultiplekser	[Bar chart showing cumulative cost]		
RS 232 koppelvlak tussen die rekenaar, demultiplekser en die kommunikasie skakelaar	[Bar chart showing cumulative cost]		
Keuse van die mikrobeheerder	[Bar chart showing cumulative cost]		
Programmatuurontwerp vir die kommunikasie skakelaar	[Bar chart showing cumulative cost]		
Prototipe mikrobeheerder	[Bar chart showing cumulative cost]		
Apparatuurontwerp vir die kommunikasie skakelaar	[Bar chart showing cumulative cost]		
Koppeling van apparatuur aan die mikrobeheerder	[Bar chart showing cumulative cost]		
Toets van die kommunikasie skakelaar	[Bar chart showing cumulative cost]		
Koppeling van die projek	[Bar chart showing cumulative cost]		
Toets van die projek	[Bar chart showing cumulative cost]		
Ontfouting	[Bar chart showing cumulative cost]		

**Tabel 3.4      Koste implikasies gedurende die ontwerp van die produk**

	R3785,00	R 3 835		
Uitvoerbaarheidstudie				
Programmatuurontwerp vir die beheer van die kommunikasie skakelaar en die demultiplekser				
RS 232 koppelvlak tussen die rekenaar, demultiplekser en die kommunikasie skakelaar				
Keuse van die mikrobeheerder				
Programmatuurontwerp vir die kommunikasie skakelaar				
Prototipe mikrobeheerder				
Apparatuurontwerp vir die kommunikasie skakelaar				
Koppeling van apparatuur aan die mikrobeheerder				
Toets van die kommunikasie skakelaar				
Koppeling van die projek				
Toets van die projek				
Ontfouting				

Tabel 3.3 en 3.4 toon die beplanning vir die koste implikasies gedurende die ontwerp van die projek. Die eerste uitgawe vir die projek soos getoon in tabel 3.3 word benodig vir die aankoop van die Delphi programmatuurkompilerder en die koste is R 2 500,00. Vir die RS232 koppelvlak word verbindingskakels tussen die rekenaar, die demultiplekser en die kommunikasie skakelaar benodig. Die koste vir die skakels is R 35,00. Vir die ontwerp van die kommunikasie skakelaar word 'n pic mikrobeheerder programmeenheid benodig en die koste vir die eenheid is R 1 100 en is die totaal in tabel 3.3 R 3 635,00. Die koste begroot vir die apparatuur benodig vir die kommunikasie skakelaar is R 150,00. Vir die koppeling van die projek word kopelskakels benodig en die koste begroot is R 50,00. Die totale koste begroot vir die projek is R 3 835,00 soos getoon in tabel 3.4.



**Tabel 3.5 Tydskaal vir die beplanning van die verhandeling**

	Sep	Okt	Nov	Des	Jan
Uitleg					
Verklaring, Erkenning, Opsomming, Indeks, Lys van figure en tabelle, Afkortings, Definisies					
Hoofstuk 1					
Hoofstuk 2					
Hoofstuk 3					
Hoofstuk 4					
Hoofstuk 5					
Hoofstuk 6					
Bylae					
Proeflees					
Taalkundige versorging					
Inhandiging en goedkeuring					

**Tabel 3.6 Tydskaal vir die beplanning van die verhandeling**

	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul
Uitleg						
Verklaring, Erkenning, Opsomming, Indeks, Lys van figure en tabelle, Afkortings, Definisies						
Hoofstuk 1						
Hoofstuk 2						
Hoofstuk 3						
Hoofstuk 4						
Hoofstuk 5						
Hoofstuk 6						
Bylae						
Proeflees						
Taalkundige versorging						
Inhandiging en goedkeuring						

Tabel 3.5 en tabel 3.6 toon die beplande tydskaal vir die samestelling van die verhandeling [26]. Die verhandeling volg direk op die projek in die 3de week van September 1996 soos getoon in tabel 3.5. Vir die uitleg van die verhandeling is vir 3 weke voorsien. Vir die verklaring, erkenning, opsomming, indeks, lys van figure, lys van tabelle, afkortings en definisies is voorsien vir 2 weke. Vir hoofstuk 1 is voorsien vir 2 weke en vir hoofstuk 2 tot hoofstuk 5 is voorsiening vir 3 weke vir elk gedoen. Vir hoofstuk 6 soos getoon in tabel 3.6 is voorsien vir 1 week. Voorsiening vir 4 weke is gedoen vir die voltooiing van die bylae. Drie weke is voorsien vir proeflees en 4 weke vir taalkundige versiening is gedoen. Vir die inhandiging en goedkeuring is vir 12 weke voorsiening gedoen en is die beplande finale datum vir die voltooiing van die verhandeling einde Julie 1997.

### 3.5 Opsomming

Die hoofstuk beskryf die vereistes, tegniese ontwerp en spesifikasies van die projek. Die vereistes waaraan die produk moet voldoen, is in die volgende katogorieë saamgevat:

- Die vereistes waaraan die programmatuur moet voldoen
- Die tipe mikrobeheerder wat by die terminaalstasies gebruik gaan word
- Die koppelvlak wat gebruik gaan word
- Die apparatuur wat gebruik gaan word

Die spesifikasies is vasgestel vanaf die ontwerp kriteria

Die beplande tydskaal vir die projek word met gantt kaarte vertoon. Die beplande begin datum vir die projek is in Januarie 1995 en die beplande voltooiing is in die tweede week van September 1996. Die beplande kosteskaal vir die projek word getoon en die totale beplande koste vir die projek is R 3 835,00. Die beplanning vir die opstel van die verhandeling volg direk na die projek en begin die derde week in September 1996 en die beplande voltooiing is einde Julie 1997.

## HOOFSTUK 4

# DIE ONTWERP EN DIE ONTWIKKELING VAN DIE AFSTANDBEHEERDE DEMULTIPLEKSTOESTEL

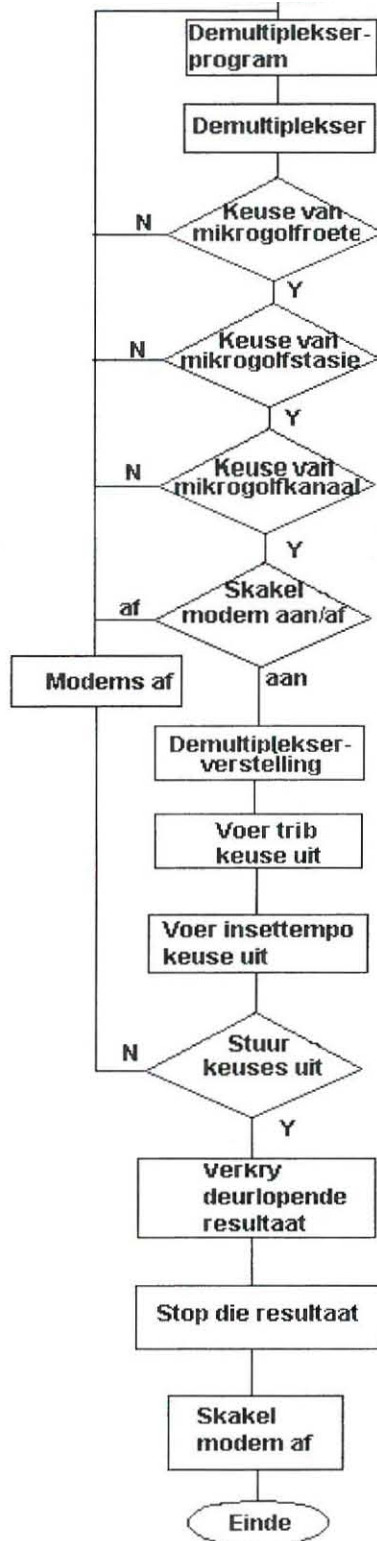
### 4.1 Inleiding

Die ontwerp en die ontwikkeling van die afstandbeheerde demultiplekstoestel word in terme van apparatuur en programmatuur bespreek. Die programmatuurontwerp word bespreek in afdeling 4.2, en die apparatuurontwerp in 4.3.

### 4.2 Programmatuurontwerp

#### 4.2.1 Vloiediagram vir die programmatuurontwerp vir die afstandbeheerde demultiplekser en die kommunikasie skakelaar

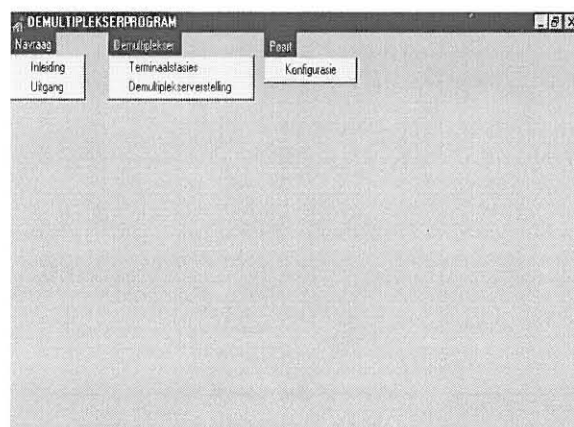
Figuur 4.1 toon die vloiediagram vir die programmatuurontwerp vir die afstandbeheerde demultiplekser sowel as die kommunikasie skakelaar. Die vloiediagram is vir die programmatuur by die beheersentrum om die toestelle oor 'n afstand te beheer.



**Figuur 4.1** Vloediagram vir die programmatuurontwerp vir die afstandbeheerde demultiplekstoestel en die kommunikasie skakelaar

Die program soos getoon in fig 4.2 is 'n demultiplekserprogram waar die demultiplekser keuse uitgeoefen word. Die volgende keuse is die mikrogolfroete wat getoets gaan word. Indien daar nie 'n mikrogolfroete gekies word nie begin die program weer by die demultiplekserprogram. Indien 'n mikrogolfroete keuse uitgeoefen is, kan 'n mikrogolfterminalstasie keuse uitgevoer word. Indien die mikrogolfkanaal keuse nie uitgevoer word nie begin die program by demultiplekserprogram. As die mikrogolfkanaal keuse uitgevoer is, is die kommunikasie skakelaar se skakeling funksie volbrag en is die gekose mikrogolfkanaal gekoppel aan die demultiplekser. Die modem word aangeskakel by die geselekteerde mikrogolfterminalstasie m.b.v. die kommunikasie skakelaar en duplekskommunikasie tussen die rekenaar en die demultiplekser kan geskied. Al die demultiplekserverstellings keuses kan nou uitgeoefen word. Indien die keuses nie uitgeoefen word nie, word 'n instruksie vanaf die beheersentrum uitgestuur en word die modem afgeskakel by die terminalstasie en begin die program by demultiplekserprogram. Indien die keuse uitgevoer word, kan die demultiplekser resultaat deurlopend verkry word. Indien die resultaat gestop word, word die modem afgeskakel en die einde van die program word bereik.

Delphi 1 is gebruik vir die rekenaarprogram omrede dit 'n baie kragtige taal met min beperkings is en dit ook 'n 'Windows Compatible' taal is [28]. Die program soos op die rekenaarskerm vertoon word nou bespreek.



**Figuur 4.2 'n Voorstelling van die hoofskerm van die program**

Navraag in figuur 4.2 bestaan uit die inleiding en uitgang om die program te verlaat.

Demultiplekser bestaan uit terminaalstasies en demultiplekserverstelling.

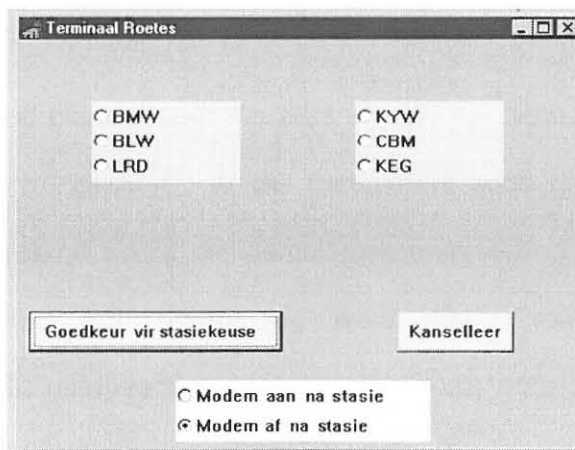


**Figuur 4.3 Die inleiding**

Figuur 4.3 toon die inleiding van die demultiplekserprogram.

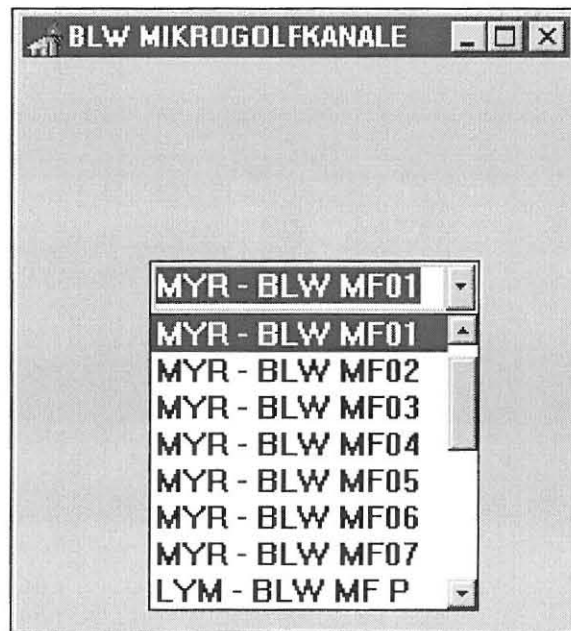
#### 4.2.1.1 Terminaalroetes

Terminaalroetes in fig. 4.4 bestaan uit 'n hoeveelheid terminaalstasies waar demultipleksertoestelle met mikrobeheerders geïnstalleer is. 'n Keuse word uitgeoefen van die terminaalstasie sowel as die mikrogolfkanaal waarvan resultate benodig word .



**Figuur 4.4 Terminaalroetes**

Indien 'n terminaalstasie geselekteer word, word 'n nuwe vorm soos getoon in figuur 4.5 geaktiveer waar die keuse van 'n mikrogolfkanaal uitgeoefen word.



**Figuur 4.5 Keuse van mikrogolfkanale**

Nadat die keuse uitgevoer is, moet die modem aangeskakel word om met die demultiplekser te kan kommunikeer .

#### **4.2.1.2 Verstelling van die demultiplekser**

Kommunikasie vind plaas tussen die rekenaar en die demultiplekser. Die resultaat word op die skerm ingeskryf. Al die parameters soos dit op die demultiplekser verskyn, word ingeskryf sodra die demultiplekserverstelling geselekteer word. Die nodige veranderings kan aangebring word d.m.v. selektering en soos die veranderings op die rekenaarskerm aangebring word, word dit ook uitgestuur na die demultiplekser. Die fouttydresultaat sowel as die alarmresultaat word weer ingeskryf vanaf die demultiplekser na die rekenaar op 'n gereelde tydsinterval.



Demultiplekser

	140Mb/s	34Mb/s	8Mb/s	2Mb/s
Totale sek.				
Foutvrye sek.				
Streng bistoutsek.				
Bisfoute in tyd				
Nie-streng bistoutsek.				

TRIBS  
140 mb/s  
1  
34 mb/s  
1  
8mb/s  
1  
2mb/s  
16

Insettempo  
 2mb/s  
 8mb/s  
 34mb/s  
 140mb/s  
Insetpeil  
-26 dBm

ARG Verstelling    Kanselleer

Arg lokaal  
Lampklem

	140Mb/s	34Mb/s	8Mb/s	2Mb/s
Seinverlies				
Ais				
Raamverlies				
Afstandalarm				
Blok identifiseer				

Alarmresultaat

Beginresultaat    Stopresultaat

Figuur 4.6 Verstellingskerm vir die demultiplekser

#### 4.2.1.3 Konfigurasie

Konfigurasie soos getoon in fig. 4.7 sal nie dikwels gebruik word nie. In die meeste gevalle net met installering.

POORT VERSTELL...

Komm.-poort: 2

Tempo: 4800

Databis: 7

Pariteit: Onewe

Stopbis: 2

Vloeibeheer: Geen

Goedkeur

Figuur 4.7 Konfigurasieskerm

Keuse kan uitgeoefen word van die kommunikasiepoort wat gebruik gaan word, die tempo, die hoeveelheid databisse, pariteit- en stopbisse sowel as vloeibeheer.

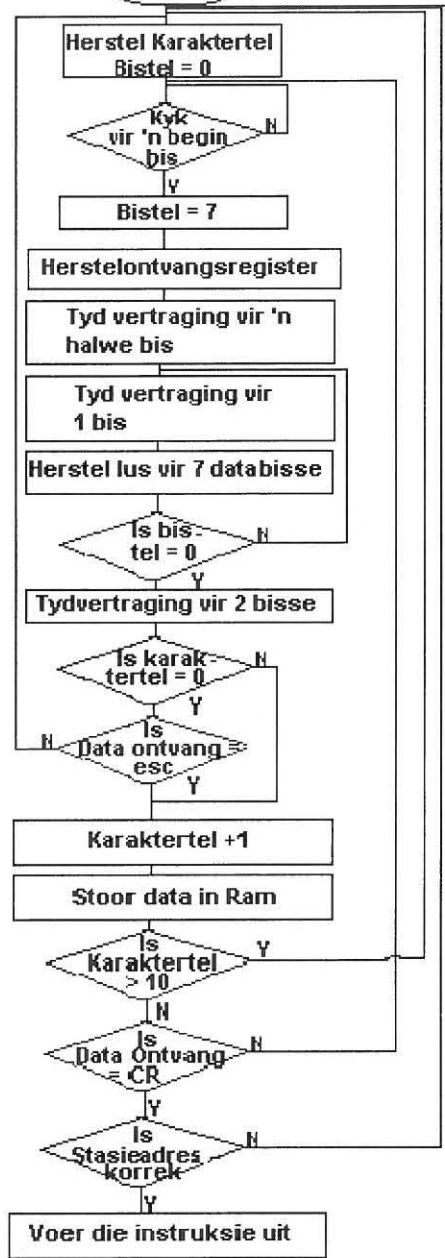
#### **4.2.1.4 Instruksiedefinisies vir die demultiplekser**

Die instruksies en registers om met die demultiplekser te kommunikeer is gelys in Bylae B.

#### **4.2.2 Programmatuur vir die mikrobeheerder**

Die hoofkenmerke en die instruksietabelle van die pic16c84 kan in Bylae D verkry word.

Die kommunikasie skakelaar waarvan die hoof komponent uit die pic 16c84 mikrobeheerder bestaan se hoof funksies is bespreek in afdeling 1.1. Figuur 4.8 is 'n vloediagram van die programmatuur ontwerp vir die Pic16C84. Die eerste deel van die vloediagram, die begin gedeelte, is 'n verklaringsdeel. Die inset- en uitsetpoorte word gedefinieer. Veranderlikes word gedefinieer en waardes word aan registerposisies toegeken. Na die verklarings word waardes aan veranderlikes toegeken. Die hoofgedeelte van die program word bereik. Die program wag nou vir 'n beginbis. Indien 'n beginbis ontvang word, word die data ingelees. Die tempo wat gebruik word in die program is 4800 bps. Die rede hoekom 4800 bps gebruik word, is omdat dit die maksimum tempo is waarteen die demultiplekser kan kommunikeer en word die ontwerp vereenvoudig as dieselfde tempo ook vir die mikrobeheerder gebruik word, omdat beide op dieselfde lyn gekoppel word. Een bis se vertoontyd is dus 208 mikrosekondes.



**Figuur 4.8** Vloeidiagram van die programmatuurontwerp vir die PIC16C84

Die beginbis word geïdentifiseer op die voorlopende leirand. Die ideaal is om die bisse presies in die middel in te lees en dit is die rede vir die vertraging van 'n halwe bis. As die beginbis geïdentifiseer is, geskied die vertraging van 'n halwe bis om in die middel van die beginbis te kom. 'n Vertraging van een bis vind plaas om in die middel van die eerste databis te kom. Sewe databisse word nou een vir een ingelees.

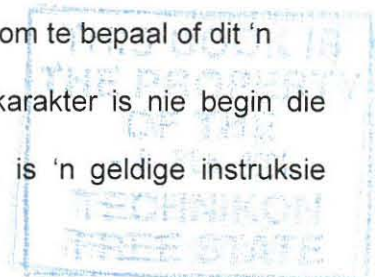
As bistel gelyk aan 0 is, is al sewe databisse ingeles en is die eerste karakter ingeles. Daar geskied weer 'n vertraging van 2 bisse. Die eerste karakter van al die mikrobeheerder se instruksies is 'n ontsnapkarakter. Vergelykings word gedoen om te sien of 'n ontsnapkarakter ingeles is. Indien dit nie 'n ontsnapkarakter is nie is dit nie 'n geldige instruksie nie en begin die program weer voor.

As 'n ontsnapkarakter ingeles is, is dit 'n geldige karakter. Die eerste karakter is nou ingeles en word 1 bygetel by die karakertel. Die geldige karakter word gestoor. Al die mikrobeheerder se instruksies bestaan uit nege karakters. Al nege karakters word ingeles. Daar is op 4 geldige instruksies vir die PIC16C84 besluit. Tabel 4.1 gee 'n uitleg van die 4 instruksies.

**Tabel 4.1 Instruksies vir die mikrobeheerder**

(ESC)	SKAKEL	STASIE	STASIE- NOMMER	KAART- NOMMER	RELÉ- NOMMER	(ENTER)
CHR (27)	SW	ST	1	0	1	CHR (13)
(ESC)	MODEM	STASIE- NOMMER	AAN	(ENTER)		
CHR (27)	MODE	1	ON	CHR (13)		
(ESC)	MODEM	AF	(ENTER)			
CHR (27)	MODEM	OF	CHR (13)			
(ESC)	ROETE	NOMMER	(ENTER)			
CHR (27)	ROUTES	1	CHR (13)			

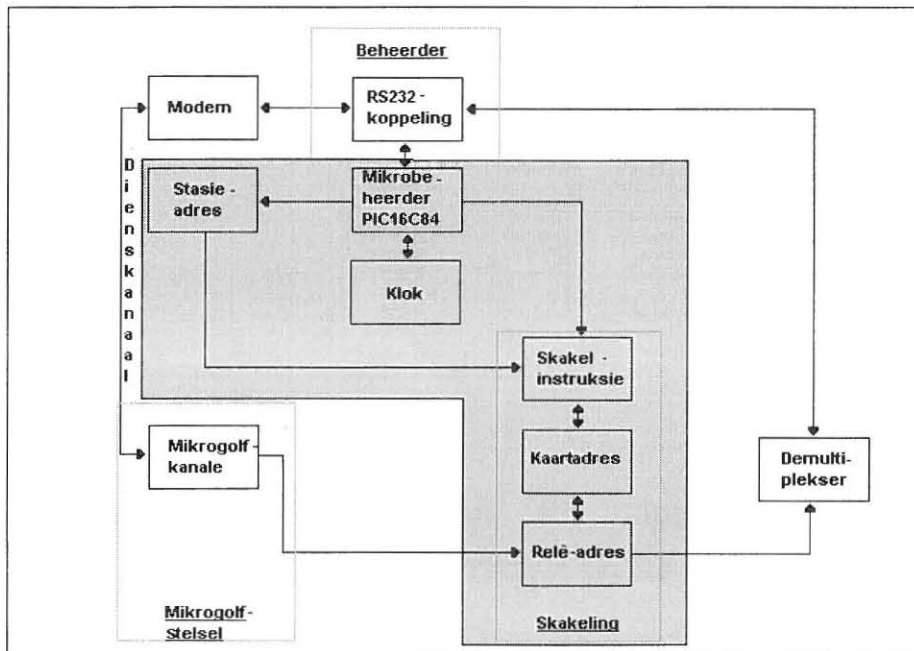
Die negende karakter van al die mikrobeheerder se instruksies is 'n 'enter'-karakter. As die negende karakter ingeles is, vind vergelykings plaas om te bepaal of dit 'n 'enter'-karakter was wat ingeles is. As dit nie 'n 'enter'-karakter is nie begin die program weer van voor. Indien dit 'n 'enter'-karakter is, is 'n geldige instruksie



ontvang. Die sesde karakter v  
 instruksie bedoel is. Vergelykings word gedoen t.o.v. die stasie-adres. Indien die stasie-adres met die adres wat ontvang is ooreenstem word die instruksie uitgevoer. Indien die adres verskil, begin die program weer voor.

### 4.3 Apparaatontwerp

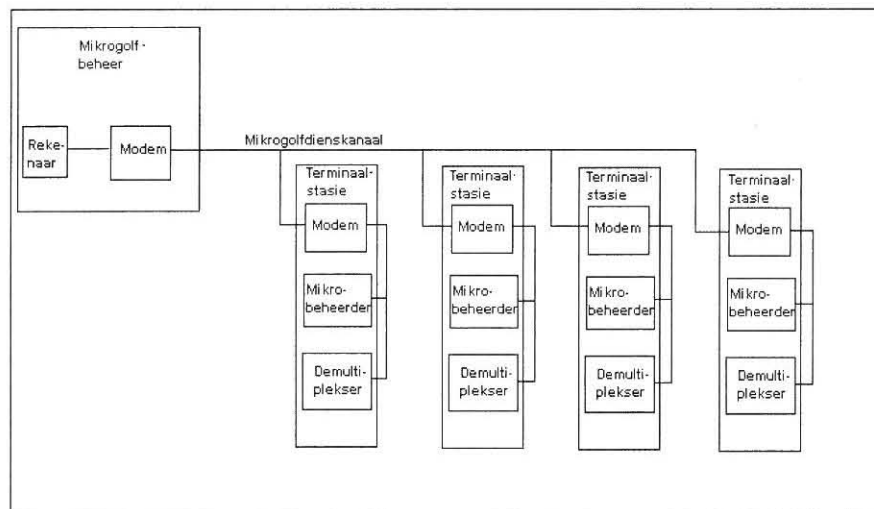
Figuur 4.9 is 'n voorstelling van die apparaat by 'n terminaalstasie. Die modem word aan die dienskanaal gekoppel en d.m.v. RS232- koppeling word die modem parallel aan die demultiplekser en die mikrobeheerder gekoppel wat die hoof komponent van die kommunikasie skakelaar is. Die komponente waaruit die kommunikasie skakelaar bestaan word in grys aangedui.



**Figuur 4.9** Blokdigramvoorstelling van apparaat by 'n terminaalstasie

Die komponente in grys is die rekenaarskas, stasie-adres, kaartadres en die relê-adres wat uit hardware bestaan. Die stasie-adres word bespreek in paragraaf 4.3.1 en die kaartadres word bespreek in paragraaf 4.3.2. Die relê-adres word bespreek in paragraaf 4.3.3. Die klok bestaan uit 'n 4 MHz kristal. Aan elke mikrogolfkanaal word 'n relê-adres toegeken en word elke mikrogolfkanaal fisies aan die relê-adres gekoppel. Die geselekteerde uitset van die relê-adres word aan die inset van die demultiplekser gekoppel.

Die beplande indeling van die in/uitset- poorte van die PIC16C84 mikrobeheerder word aangedui in Bylae D.

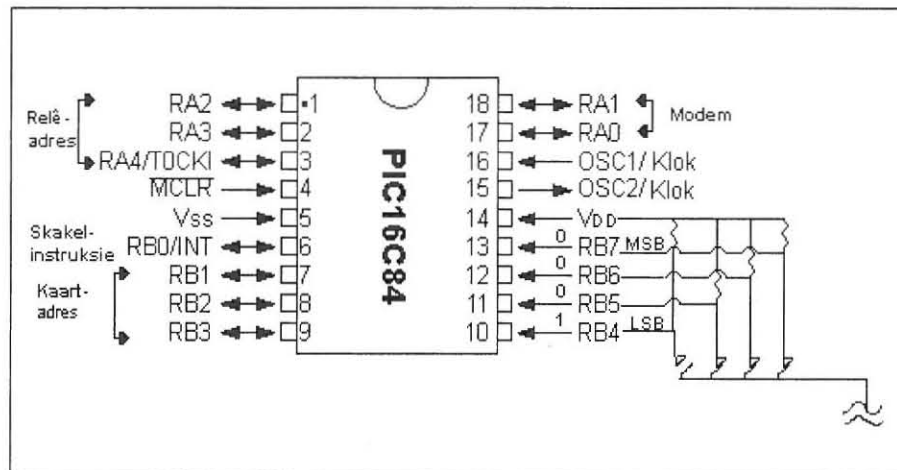


**Figuur 4.10 Koppeling van die apparatuur tussen die mikrogolfbeheerstasie en die terminaalstasies**

Met die multipunt modemkoppeling [15] soos getoon in figuur 4.10, bereik die data vanaf die beheersentrum al die terminaalstasies. Die programmatuur by die terminaalstasies maak voorsiening dat net die mikrobeheerder se stasie-adres, wat ooreenstem met die stasie-adres wat vanaf die beheersentrum gestuur word, op die instruksie sal reageer.

### 4.3.1 Apparaatkoppeling van die stasie-adres

'n Voorbeeld van 'n stasie-adres word getoon in fig. 4.11. Die adres van die stasie in die figuur is 0001. Indien 'n stasie-adres vanaf die beheersentrum by die terminaalstasie ontvang word, word die adres vergelyk en indien die adres ooreenstem, word die instruksie verder uitgevoer, indien die adres verskil word die instruksie geïgnoreer.



**Figuur 4.11 Koppeling van die stasie-adres aan die mikrobeheerder**

Indien die instruksie uitgevoer word, word die kaartadres, en die relê-adres m.b.v. die programmatuur omgesit na 'n binêre kode. Die kode word dan op bene RB1, RB2, en RB3 vir die kaartadres, en RA2, RA3, en RA4 vir die relê-adres uitgestuur. Die apparaat is verantwoordelik vir die skakeling van die regte relê op die regte kaart.

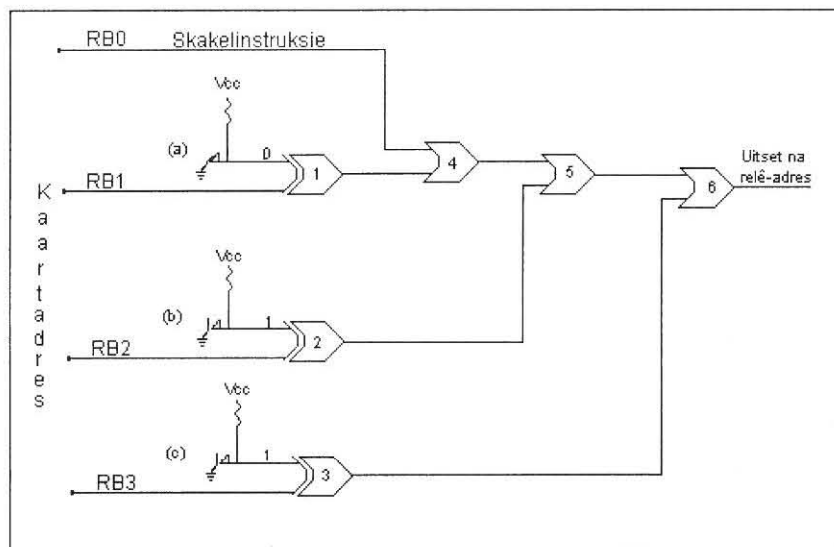
### 4.3.2 Apparaatontwerp vir die kaartadres

Figuur 4.12 is 'n skematiese voorstelling van die apparaatontwerp vir die kaart selektering. Die ontwerp bestaan uit 3 eksklusief- en 3 ofhekke. 'n Vaste adres word toegeken op een inset been, van elk van die drie eksklusief-hekke. Die

kaartadres wat vanaf die mikroboord (RB1, RB2, RB3), word op die inset van elk van die tweede been van hek 1, 2 en 3 onderskeidelik gekoppel. Die skakelinstruksie (RB0) word aan die insetbeen van hek 4 gekoppel.

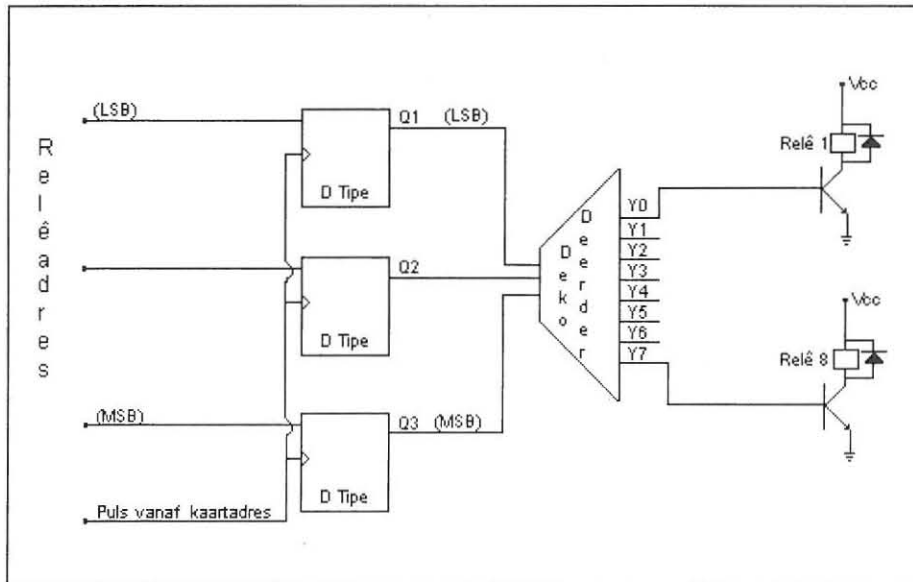
Die skakelinstruksie se status is normaalweg 'n 1. As 'n skakelinstruksie ontvang word, is die skakelinstruksie 'n puls en is die status vir 'n paar nano sekondes 'n 0 alvorens dit weer terug verander na die normale status.

Die uitset van hek 6 is normaalweg 'n 1. Indien die kaartadres wat vanaf die mikroboarde ontvang word dieselfde adres is as die vaste adres met 'n skakelinstruksie sal die uitset van hek 6 se status vir 'n paar nano sekondes vanaf 'n 1 na 'n 0 verander waarna die status sal terugkeer na 'n 1. Indien die kaartadres wat vanaf die mikroboarde ontvang word, verskil van die vaste adres sal hek 6 se uitset 'n 1 bly en geensins van status verander nie. Hek 6 se uitset is 'n puls vir die relê-adres indien die regte kaartadres ontvang word.



**Figuur 4.12 Apparatuurkoppeling vir die selektering van die regte kaartadres**

Indien 'n skakelinstruksie ontvang word, moet die apparatuur voorsiening maak, dat die relê- en kaartadres net vir 'n kort periode vanaf die mikrobeheerder ontvang word. Die rede hiervoor is a.g.v. die herset funksie waaroor die mikrobeheerder beskik.



**Figuur 4.13** Apparatuurkoppeling vir die relê-adres

Die relê-adres soos getoon in figuur 4.13 word vanaf die mikrobeheerder afsonderlik aan die inset van drie D-tipe wipkringe gekoppel [8]. Die puls vanaf die kaartadres soos getoon in figuur 4.12 word as klok gebruik. Indien 'n puls vanaf die kaartadres ontvang word, word die relê-adres deurgeklok na die uitset van die D-tipe wipkringe. Die relê- adres is 'n binêre kode en word aan 'n 3 tot 8 lyn-dekodeerder gekoppel wat die binêre kode omsit na 'n desimale kode en die relê-adres wat ontvang is, word gesneller [8]. Met die bostaande ontwerp kan die relê-adres en die kaartadres vanaf die mikrobeheerder wegval. Die regte adres is klaar deurgeklok.

#### 4.4 Opsomming

In Hoofstuk 4 word die apparatuur- en die programmatuurontwerp volledig bespreek. Programmatuur bestaan uit die programmatuur vir die demultiplekser sowel as die programmatuur vir die kommunikasie skakelaar. 'n Vloiediagram van die programmatuur by die beheerstasie om die demultiplekser en die kommunikasie skakelaar oor 'n afstand te beheer word bespreek. Programmatuur by die beheerstasie beskik oor 'n voorbeeld van die rekenaarprogram. Die PIC16C84 is die gekose mikrobeheerder wat uit die hoof komponent van die kommunikasie skakelaar bestaan. Die ander komponente waaruit die kommunikasie skakelaar bestaan is die klok, die stasie-adres, skakelinstruksie, kaartadres, en die relê-adres. 'n Vloiediagram van die programmatuur vir die kommunikasie skakelaar by die terminaalstasies word bespreek. Die apparatuur bestaan uit die fisiese koppeling. Die apparatuurontwerp vir die relê-adres en die kaartadres word bespreek.

## HOOFSTUK 5

# EKSPERIMENTELE RESULTATE

### 5.1 Inleiding

Eksperimentele resultate behels die eksperimente wat uitgevoer is met die ontwerp van die produk, sowel as eksperimente uitgevoer in die evaluering van die afstandbeheerde demultiplekstoestel.

### 5.2 Eksperimente uitgevoer

In eksperiment 1 word die rekenaarResultaatskerm vergelyk met die demultiplekserskerm om die akkuraatheid van die programmatuur te bepaal.

Eksperiment 2 is 'n vertragingstoets. Die kwaliteit en vertraging van die mikrogolfdienskanaal word vanaf verskeie terminaalstasies getoets om te bepaal of die dienskanaal 'n geskikte medium is om as verbinding te gebruik.

Eksperiment 3 is 'n finale toets. Die werking van die projek in geheel sowel as 'n tydsvertraging- en akkuraatheidstoets, word uitgevoer.



Eksperiment 4 is 'n kostebespreking van die afstandbeheerde demultiplekstoestel se foute se aptyd word vergelyk met die aptyd van foute wat m.b.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel herstel is en kosbesparing word bereken.

## 5.2.1 Eksperiment 1. Programmatuurtoets vir die demultiplekser

### 5.2.1.1 Doel

Die doel van die eksperiment is om die programmatuur wat geskryf is vir die beheer van die demultiplekser te toets en indien foute voorkom, dit reg te stel.

### 5.2.1.2 Metode

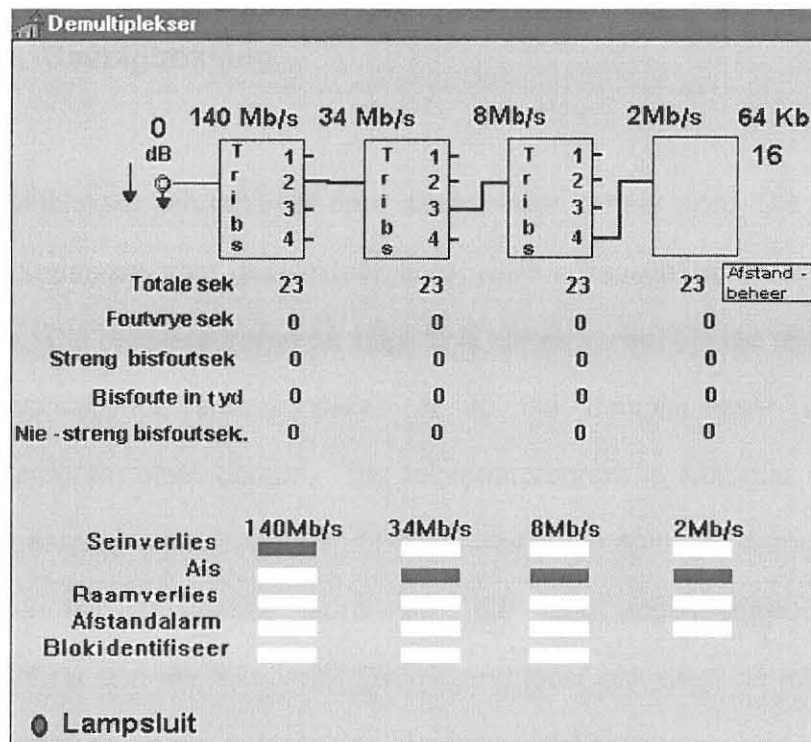
Die inligting vir die seriale koppeling tussen die rekenaar en die demultiplekser word getoon in Bylae E. Die demultiplekser se resultaatsskerm word vergelyk met die rekenaar se resultaatsskerm om te bepaal of die rekenaarsskerm presies ooreenstem met die demultiplekser se resultaatsskerm.

Die volgende instruksie word op die rekenaarprogram geselekteer :

- Afstandbeheer
- Sytakke
  - 140 Mg/s = 2
  - 34 Mg/s = 3
  - 8 Mg/s = 4
  - 2 Mg/s = 16
- Insettempo 140 Mg/s
- Insetpeil 0 dBm

### 5.2.1.3 Resultaat

Die bogenoemde instruksies soos geselekteer met die rekenaarprogram kan in fig. 5.2 waargeneem word. In die demultiplekserresultaat fig. 5.1 is bevind dat al die instruksies wat vanaf die rekenaar ontvang is, suksesvol deur die demultiplekser uitgevoer is. 'n Verskil van 11 sekondes in tyd is waargeneem by die totale tyd. Dit het tot gevolg dat die rekenaarprogram 11 sekondes agter is by die demultiplekser. Die tydvertraging kan toegeskryf word aan die lang datastringe wat deur die rekenaarprogram verwerk moet word sowel as die demultiplekser wat teen 'n maksimum spoed van 4800 bisse per sekonde kan kommunikeer.



**Figuur 5.1** Resultaatskerm van die demultiplekser na ontvangs van instruksies vanaf die rekenaar

		140Mb/s	34Mb/s	8Mb/s	2Mb/s
TRIBS 140 mb/s	Totale sek.	12	12	12	12
2	Foutvrye sek.				
34 mb/s	Streng bisfoutsek.				
3	Bisfoute in tyd				
8 mb/s	Nie-streng bisfoutsek.				
4					
2 mb/s					
16					

		140Mb/s	34Mb/s	8Mb/s	2Mb/s
Seinverlies					
Ais					
Raamverlies					
Afstandalarm					
Blok identifiseer					

		140Mb/s	34Mb/s	8Mb/s	2Mb/s
ARG Verstelling					
Kanselleer					
Alarmresultaat					
Beginresultaat					
Stopresultaat					

		140Mb/s	34Mb/s	8Mb/s	2Mb/s
Insettempo					
<input type="radio"/>	2 mb/s				
<input type="radio"/>	8 mb/s				
<input type="radio"/>	34 mb/s				
<input checked="" type="radio"/>	140 mb/s				
Insetpeil					
	0 dBm				
Afstandbeheer					
<input type="checkbox"/>	Arg lokaal				
<input type="checkbox"/>	Lampklem				

**Figuur 5.2 Afstandbeheerde demultiplekserprogram**

### 5.2.1.3 Gevolgtrekking

Die demultiplekser kan ten volle deur die rekenaar beheer word. Die instruksies wat op die rekenaarprogram geselekteer word, word suksesvol deur die demultiplekser uitgevoer. Die registeradresse se inligting is korrek verwerk in die rekenaarprogram. Al die verskillende alarmkondisies is op die demultiplekser verkry en die rekenaarprogram stem ooreen. Die rekenaarprogram is akkuraat en betroubaar. Die rekenaarprogram is ongeveer 11 sekondes in tyd agter die demultiplekser. Die tydsverskil kan toegeskryf word aan die lang registerantwoorde van die demultiplekser aan die rekenaar. Die inligting moet ook deur die rekenaarprogram verwerk word en op die rekenaar se resultaatkern toegepas word. Die vertraging kan ook verder toegeskryf word aan die feit dat die demultiplekser teen 'n maksimum tempo van 4800 bps kan kommunikeer.

## **5.2.2 Eksperiment 2. Vertragingstoets vir die mikrogolfdiens- kanaal**

### **5.2.2.1 Doel**

Die doel van die eksperiment is om die vertraging en die kwaliteit van die dienskanaal te toets om sodoende te bepaal of die dienskanaal 'n geskikte kommunikasiemedium is om te gebruik.

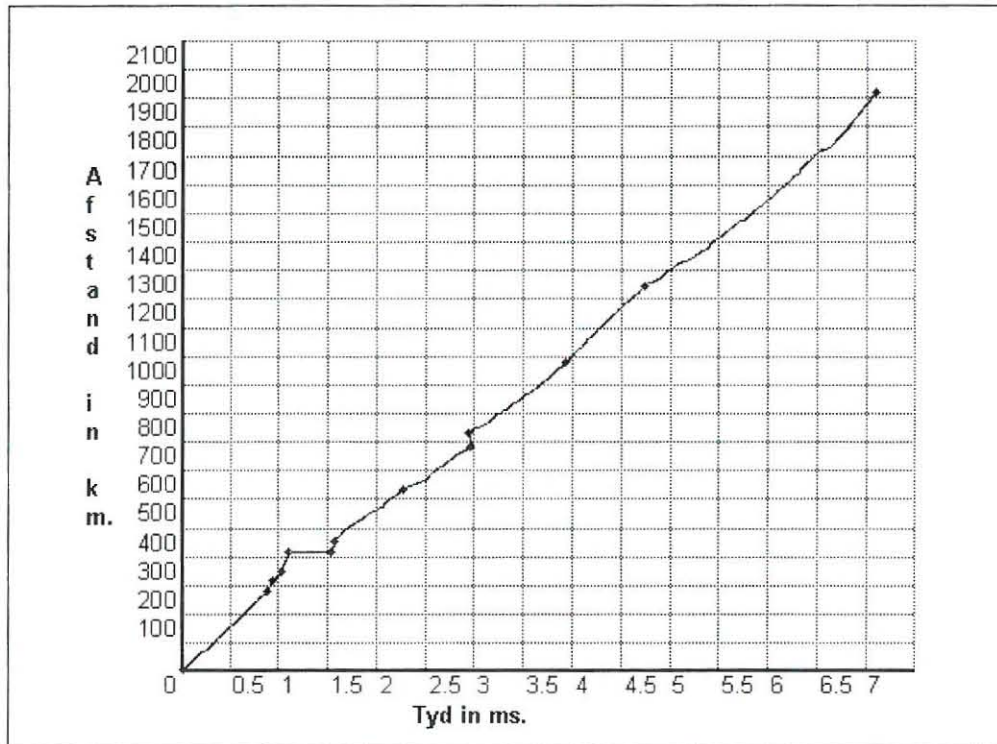
### **5.2.2.2 Metode**

'n Interceptor 140S kommunikasie-analiseerder word gebruik om die toets uit te voer. Die kommunikasie-analiseerder stuur 'n woord uit en die dienskanaal by die terminaalstasie word teruggelees na die beheerstasie. Die kommunikasie-analiseerder word gebruik om die presiese tyd te bepaal wat dit neem voordat die woord uitgestuur word totdat die woord weer teruggelees word by die beheerstasie. Die kommunikasie-analiseerder toets ook die woord en ken 'n bisfouttempo toe as die woord nie presies terug ontvang word nie. Die toets word uitgevoer vanaf verskillende terminaalstasies.

### **5.2.2.3 Resultaat**

Die resultaat in fig. 5.3 is geneem van verskillende mikrogolfstelsels by verskeie terminaalstasies nl. KYW, LTG, WKM, CBS, CBM, LRD, KDY, LYM, FKM, HOF, BLW, BMW en MYR.

Die afstand wissel tussen 0 km en 2008 km. Die tydvertragsverskil tussen Kaapstad-mikrogolf en Bloemfontein-mikrogolf is 7,23 ms. Die bisfouttempotoets is vir 20 minute by elke terminaalstasie uitgevoer. Geen bisfoute is op die dienskanale vanaf die onderskeie mikrogolfterminaalstasies ontvang nie.



**Figuur 5.3** Vertragingstoets vir die dienskanaal

#### 5.2.2.4 Gevolgtrekking

Die tydsvertraging deur die mikrogolfnetwerk is minimaal. Dit is so klein dat daar nie 'n verskil in tyd waargeneem sal word nie met 'n demultiplekser wat by Bloemfontein-mikrogolf met die rekenaar beheer word teenoor 'n demultiplekser wat by Kaapstad-mikrogolf vanaf Bloemfontein-mikrogolf met 'n rekenaar beheer word.

By die afstand van 405 km is daar 2 terminaalstasies met verskillende verdragings-tye. Die tydverdragingsverskil kan toegeskryf word aan die stelselontwerp. Die afstande kan dieselfde wees, maar die ontwerp van die stelsels verskil a.g.v. die omgewing. Die een stelsel het bv. meer herhalerstasies wat 'n groter vertraging tot gevolg het.

Die kwaliteit van die dienskanaal is van hoogstaande gehalte. Geen bisfout is van een van die terminaalstasies ontvang nie. Die dienskanaal is van hoogstaande gehalte a.g.v. die goeie stelselontwerp. Die dienskanaal word beheer d.m.v. die stelsel se mikrobeheerder soos ontvang vanaf die verskaffer. Die dienskanaal se data word ingevoeg op 2 mikrogolfkanale nl. die bystandskanaal en die eerste mikrogolfkanaal [31]. Indien 'n transmissie probleem ontstaan word die dienskanaal oorgeskakel na die ander mikrogolfkanaal m.b.v. die mikrobeheerder [31].

Die dienskanaal is 'n geskikte kommunikasiemedium.

### **5.2.3 Eksperiment 3. Finale toets**

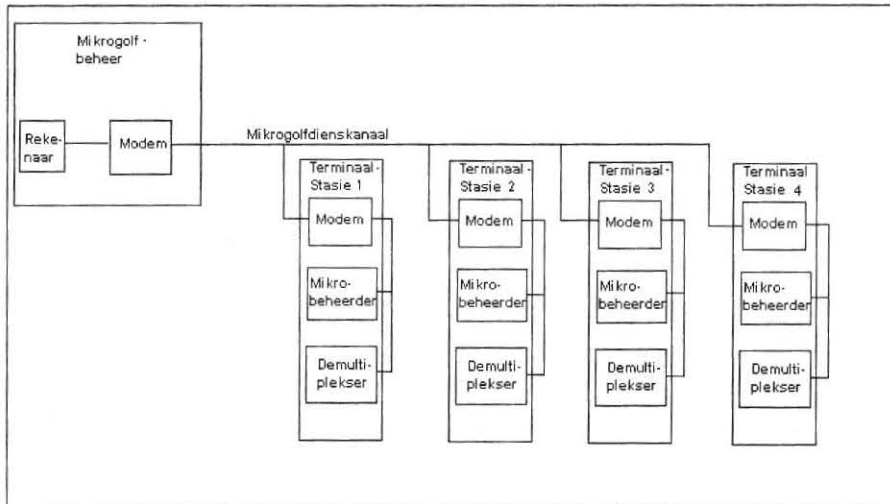
#### **5.2.3.1 Doel**

Die doel van die eksperiment is om die werking van die projek in geheel te toets en veranderings aan te bring indien nodig.

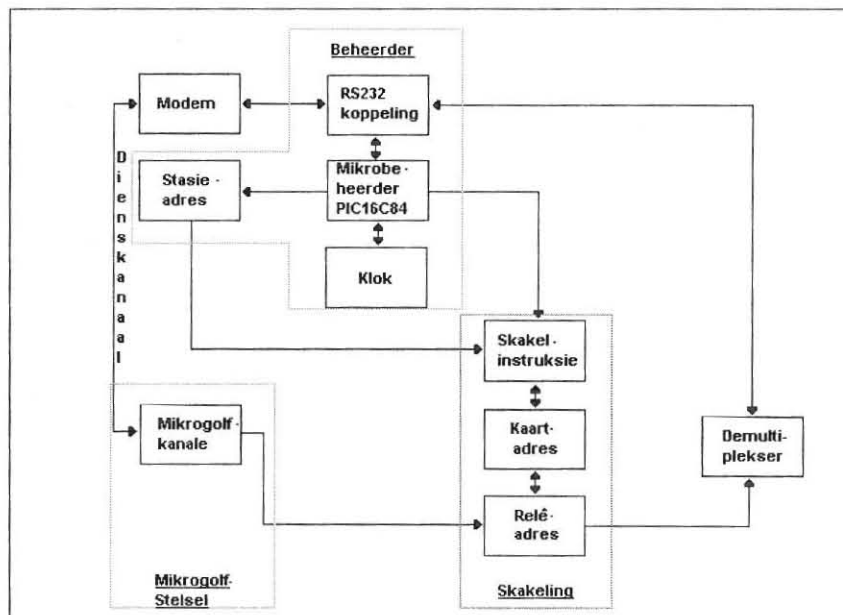
#### **5.2.3.2 Metode**

Die koppeling van die apparaat word gedoen soos in fig. 5.4. 'n Verdere uitleg van koppeling by 'n terminaalstasie word verkry in fig. 5.5. Die apparatuur by die beheersentrum word aangepas met die unieke stasie-adres van elke terminaalstasie,

kanaal 1 (BLW – MYR MF01) word met die rekenaarprogram geselekteer. Die modem word aangeskakel en kommunikasie word bewerkstellig met die demultiplekser. BLW – MYR MF01 word by BLW onderbreek om te bepaal of die mikrobeheerder die regte stasie en mikrogolfkanaal geselekteer het.



**Figuur 5.4** Finale koppeling van die rekenaar aan die mikrobeheerder en demultiplekser

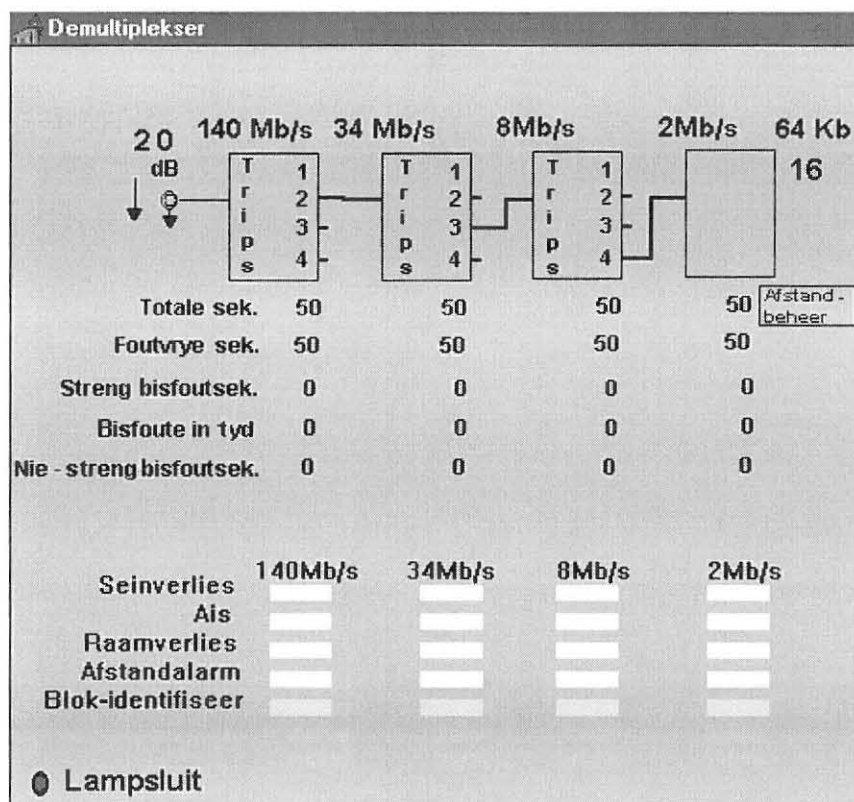


**Figuur 5.5** Koppelinguitleg van apparaat by 'n terminalstasie

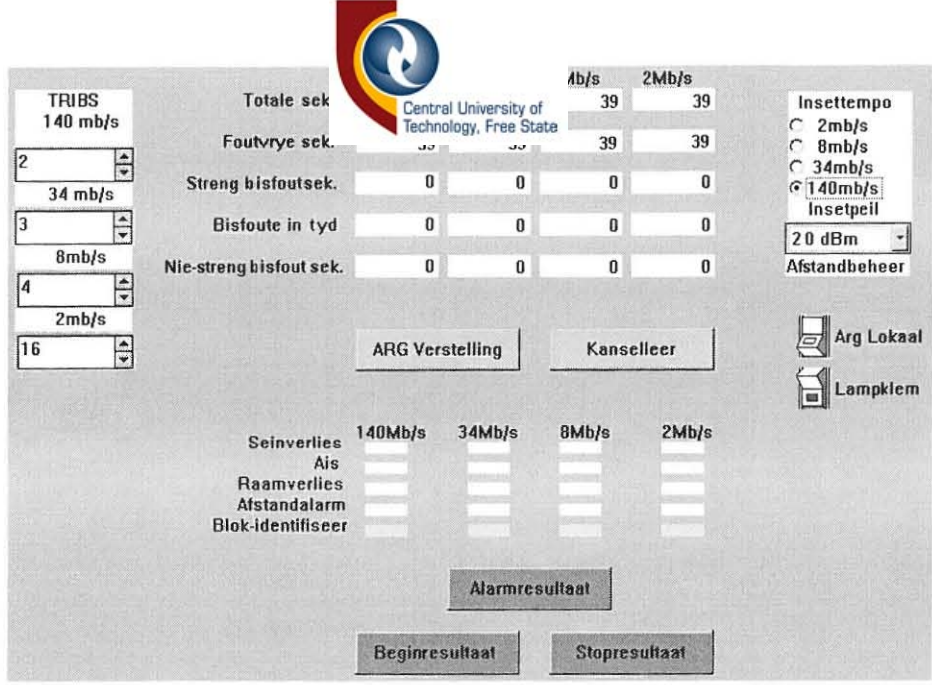
Die inligting op die demultipleks resultaat by die beheersentrum.

### 5.2.3.3 Resultaat

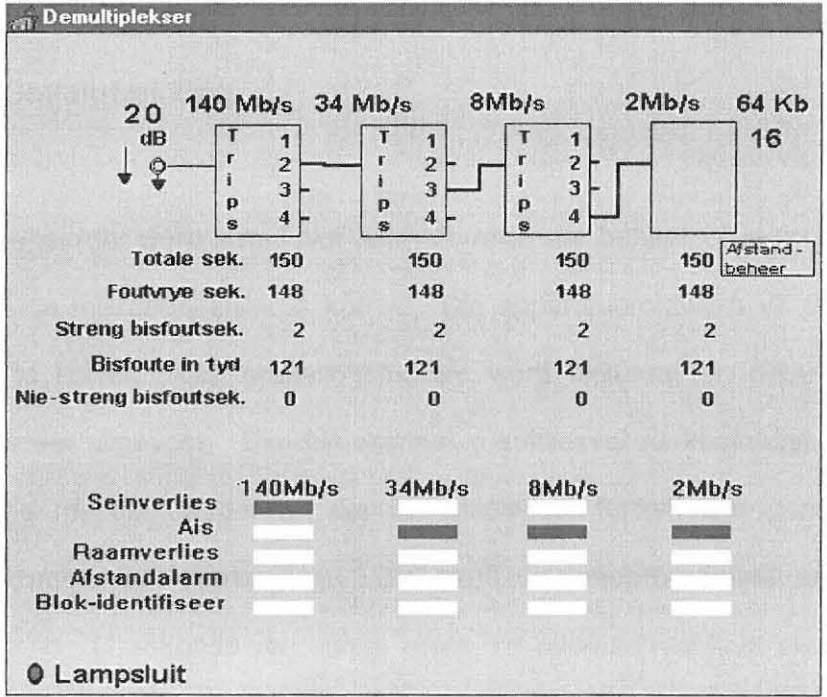
Die demultiplexerresultaat (fig 5.6) en die rekenaarprogrammatuurresultaat (fig 5.7) stem presies ooreen, behalwe van 'n 11-sekonde-tydstragting. Fig. 5.8 is geneem nadat die 140 Mg van BLW – MYR MF01 onderbreek is. Fig. 5.9 is na 'n 11-sekonde-stragting by die beheersentrum geneem m.b.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel. Die inligting in fig. 5.8 en fig. 5.9 stem ooreen.



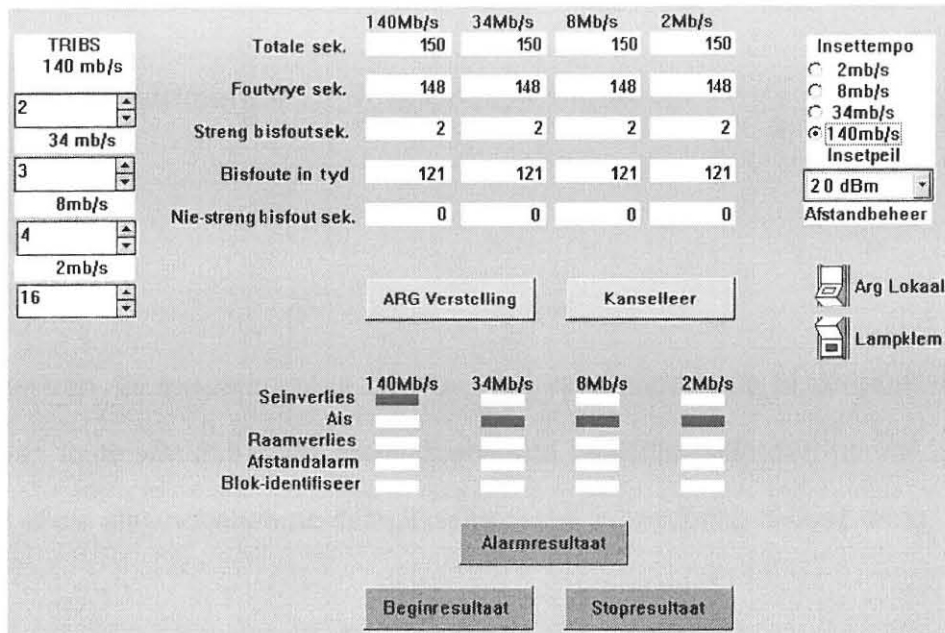
**Figuur 5.6 Demultiplexerresultaat**



**Figuur 5.7** Rekenaarresultaat van die afstandbeheerde demultiplekser



**Figuur 5.8** Resultaat van die demultiplekser nadat BLW – MYR MF01 onderbreek is



**Figuur 5.9** Rekenaarresultaat van die afstandbeheerde demultiplekser 11-sekondes na die onderbreking op BLW-MYR MF01

#### 5.2.3.4 Gevolgtrekking

Die mikrobeheerder word suksesvol deur die rekenaar beheer. Die programmatuur geskryf vir die mikrobeheerder is korrek. Die apparatuurontwerp vir die kaart- en relê-adres is korrek. Die skakelingsfunksie word akkuraat en presies deur die mikrobeheerder uitgevoer. Die dienskanaal is suksesvol as kommunikasiemedium gebruik. Die mikrobeheerder en die demultiplekser funksioneer goed saam op dieselfde kommunikasieverbinding. Die demultiplekserprogrammatuur is korrek. Behalwe vir 'n 11-sekonde-vertraging stem die rekenaarresultaat presies ooreen met die demultiplekser skerm.

Die projek se werking in geheel is akkuraat en presies en sal suksesvol geïmplementeer kan word.

## 5.2.4 Eksperiment 4 Kostebesparingstoets

### 5.2.4.1 Doel

Die doel van die eksperiment is om die aftyd van vorige foute te vergelyk met die aftyd van foute wat m.b.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel herstel is en te bepaal of die afstandbeheerde demultiplekstoestel 'n besparing teweeg bring.

### 5.2.4.2 Metode

Rekords van foute vir April en Mei 1996 word vergelyk met rekords van foute vir April en Mei 1997. In April en Mei 1997 is die afstandbeheerde demultiplekstoestel getoets en die roete wat gebruik is, is die BMW-BLW roete. Die rekords van foute is verkry vanaf 'RNM' (Regional Network Management).

***Alle syfers in die dokument wat kursief en in vet letters gedruk is, is net 'n voorstelling om die ekonomiese sy van die navorsing te staaf en bevat glad nie die korrekte syfers van Telkom nie. Die syfers is konfidensieel en mag nie beskikbaar gestel word nie.***

Nadat fouttye vergelyk is word bepaal of daar 'n besparing in tyd was met die afstandbeheerde demultiplekstoestel. Indien 'n besparing aan tyd teweeg gebring is word die besparing in tyd omgeskakel na besparing in rand.

### 5.2.4.3 Resultaat

In Bylae F is die volledige foutverslag soos verkry vanaf Telkom se 'RNM'-afdeling. Uit die bylae is die foute vir die spesifieke BMW – BLW mikrogolfoete geneem vir April en Mei 1996 en word vertoon in tabel 5.1. Tabel 5.2 toon die foute vir April en Mei 1997 vir die spesifieke BMW – BLW mikrogolfoete. Die foute soos getoon in tabel 5.2 is m.b.v. die afstandbeheerde demultiplexstoestel herstel.

**Tabel 5.1 Mikrogolffoute herstel sonder die afstandbeheerde demultiplexstoestel**

**RNM Central - Fault Register '96**

RNM REF.	SYSTEM\TRAFFIC	STATUS	REPORTED	CLEARED	FAULT CLASS.	FAULTY SECTION	COMMENT	REPORTED BY		CLEAR REF.
			TIME	TIME				STATION	REF. No.	
014/3	HOF-FKM MF 04	FLAT	02/04 14:00	02/04 16:30	E5	HOF	BK unit	BMW	18CF	587
014/7	FKM-BLW MF 02	ERRORS	15/04 11:58	15/04 14:50	E5	FKM	MODULATOR	BMW	15ZE	578
014/4	FKM-BLW MF 02	FLAT	16/04 19:00	16/04 20:30	E5	BLW	BK unit	BMW	10BC	576
014/1	BLW-FKM MF03	ERRORS	27/05 08:02	27/05 10:32	E5	FKM	DEM0D	BMW	32EC	590

**Tabel 5.2 Mikrogolffoute herstel m.b.v. die afstandbeheerde demultiplexstoestel**

**RNM Central - Fault Register '97**

RNM REF.	SYSTEM\TRAFFIC	STATUS	REPORTED	CLEARED	FAULT CLASS.	FAULTY SECTION	COMMENT	REPORTED BY		CLEAR REF.
			TIME	TIME				STATION	REF. No.	
015/3	HOF-BMW MF 04	FLAT	04/04 09:00	04/04 10:05	E5	HOF	BK unit	BMW	13FG	601
015/5	FKM-HOF MF 06	FLAT	07/04 12:30	07/04 13:45	E5	FKM	BK unit	BMW	80Z3	604
015/7	BLW-FKM MF 01	ERRORS	12/05 20:00	12/05 20:45	E5	BLW	MODULATOR	BMW	20EA	606
015/9	FKM-BLW MF03	ERRORS	29/05 10:07	29/05 11:47	E5	FKM	MODULATOR	BMW	37GS	612

In tabel 5.3 word die aftyte van tabel 5.1 en 5.2 vergelyk en die verskil in tyd van elke fout word aangedui in die kolom van tyd gewen m.b.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel of tyd verloor m.b.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel. Die tye word ook verder verwerk na weekkalender tye, en standaardtyd en callmore-tyd word ook in tabel 5.3 aangedui.

**Tabel 5.3      Verskil in fouttye tussen die demultiplekstoestel en die bestaande metode**

Fouttye sonder die demultiplekstoestel	Fouttye met m.b.v. die demultiplekstoestel	Tyd gewen m.b.v. die demultiplekstoestel in standaardtyd	Tyd gewen m.b.v. die demultiplekstoestel in callmore-tyd	Tyd verloor m.b.v. die demultiplekstoestel in standaardtyd	Tyd verloor m.b.v. die demultiplekstoestel in callmore-tyd
2h30	1h05	1h25	0	0	0
2h52	1h15	1h37	0	0	0
1h30	0h45	0	0h45	0	0
2h30	1h40	0h50	0	0	0
		3h12	0h45	0	0

Die foute in tabel 5.1 en tabel 5.2 is gerangskik in so mate dat die foute van bo na onder in elke tabel by dieselfde terminaalstasie plaasgevind het. Kolom 1 in tabel 5.3 toon die totale fouttye van die 4 foute van tabel 5.1 en kolom 2 in tabel 5.3 toon die totale fouttye van die 4 foute van tabel 5.2. Die verskil tussen die twee kolomme gee die besparing in fouttyd of die verlies in fouttyd wat verkry is m.b.v. die demultiplekstoestel. Daar was geen verlies in fouttyd nie en die totale tyd gewen m.b.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel is 3h12 in standaardtyd en 0h45 in callmore-tyd. Die besparing in tyd moet nou omgeskakel word na 'n besparingswaarde in rand.

Die afstandstrap vir die foute word bepaal deur die verkeer van die eindstasies wat aan mekaar m.b.v. mikrogolfkanale verbind is. Die afstandstrap vir die bogenoemde



foute val almal onder afstandtr

Central University of  
Technology, Free State

Die standaardtyd vir trap D is 13,6

sekondes/eenheid en die callmore-tyd is 28,8 sekondes/eenheid vir trap D [38].

'n Mikrogolfkanaal bestaan uit 1920 enkel kanale en vir die berekening is 'n aanname gemaak dat 1000 kanale besig was met oproepe toe die foute ontstaan het.

Die standaard besparingstyd 3h12 word nou omgeskakel in geldwaarde.

$$3\text{h}12 = 192 \text{ minute}$$

$$192 \text{ minute} = 11520 \text{ sekondes}$$

$$11520 \text{ s} / 13,6 \text{ s} = 847 \text{ eenhede}$$

Die koste vir 'n oproepeenheid = 30,9 sent [38].

$$847 \text{ eenhede} * 30,9 \text{ sent} = 26172,3 \text{ sent}$$

$$26172,3 \text{ sent} * 1000 \text{ oproepe} = 26172300 \text{ sent}$$

$$26172300 \text{ sent} / 100 = \mathbf{R 261 723,00}$$

'n Besparing in standaardtyd van **R 261 723,00** vir 2 maande is verkry m.b.v. die afstandbeheerde demultiplexstoessel.

Die callmore besparingstyd vir die twee maande is 45 minute en word die tyd nou omgeskakel in geldwaarde.

$$1 \text{ eenheid in callmore-tyd} = 28,8 \text{ s}$$

$$45 \text{ minute} = 2700 \text{ s}$$

$$2700 \text{ s} / 28,8 \text{ s} = 93,75 \text{ eenhede}$$

Die koste vir 'n oproepeenheid = 30,9 sent.

$$93,75 \text{ eenhede} * 30,9 \text{ sent} = 2896,9 \text{ sent}$$

$$2896,9 \text{ sent} * 1000 \text{ oproepe} = 2896900 \text{ sent}$$

$$2896900 \text{ sent} / 100 = \mathbf{R 28 969,00}$$

'n Besparing in callmore-tyd van **R 28 969,00** vir 2 maande is verkry m.b.v. die afstandbeheerde demultiplexstoessel. Die totale besparing in aftyd omgeskakel na randwaarde vir die 2 maande is **R 290 692,00** (**R 261 723,00 + R 28 969,00**). 'n

Aanname word verder gemaak dat indien dieselfde hoeveelheid foute en besparings

deur die jaar sou voorkom 'n besparing vir die jaar vir die BMW – BLW mikrogolfoete **R1 744 152,00 (R 290 692 \* 6 maande)** sou beloop.

Die Vrystaatstreek bestaan uit sewe hoof mikrogolfoetes. 'n Verdere aanname word gemaak dat indien dieselfde hoeveelheid foute by die 7 roetes voorgekom het 'n totale besparingswaarde in aftyd vir die hele Vrystaatstreek **R 12 209 064,00 (R1 744 152,00 \* 7 )** per jaar sou beloop. 'n Studie oor aftyd van die mikrogolfstelsels het getoon dat daar wel maande was wat daar glad nie foute voorgekom het op van die mikrogolfstelsels nie. 'n Finale aanname word gemaak dat indien net 10% van die finale aftyd sou plaasvind dit 'n meer betroubare besparingswaarde sou voorstel.

**10% \* R 12 209 064,00 = R 1 220 906,40** Die finale syfer vir die besparing in aftyd wat die afstandbeheerde toestel net vir die Vrystaatstreek in 'n jaar kan meebring is **R 1 220 906,40**.

Die geraamde besparing van oortyd, brandstof, boetes en onderhoud wat die afstandbeheerde demultiplekstoestel per jaar vir die Vrystaatstreek kan meebring is **R 210 000**. Dit bring die Vrystaatstreek by 'n totale besparing per jaar van **R 1 430 906,40**.

#### **5.2.4.4 Gevolgtrekking**

Vir die 2 maande wat die demultiplekstoestel getoets is, is 'n groot besparing in aftyd van foute verkry wat ook 'n groot besparing in rand tot gevolg het. Die totale besparing in standaardtyd is 3h12 en die besparing in callmore-tyd is 0h45 vir die BMW – BLW mikrogolfoete. Indien die tye omgeskakel word in rand is die besparing vir die roete vir die 2 maande **R290 692,00**. Indien die demultiplekstoestel in die hele Vrystaatstreek geïmplementeer word kan dit 'n totale besparing van **R 1 430 906,40** per jaar meebring.

### 5.3 Opsomming

In eksperiment 1 is die programmatuurprogram wat die demultiplekser beheer getoets en 'n toets gedoen om die akkuraatheid van die instruksielys en registeradresse te bepaal. Die instruksies gestuur aan die demultiplekser is presies uitgevoer. Die inligting verkry uit die registeradresse stem presies ooreen met die resultaat skerm van die demultiplekser. Die program is presies en akkuraat. Al nadeel is 'n 11-sekonde-vertraging op die rekenaarresultaat skerm teenoor die demultiplekserresultaat skerm.

In eksperiment 2 is 'n vertragingstoets. Die kwaliteit en vertraging van die mikrogolfdienskanaal word vanaf verskeie terminaalstasies getoets om te bepaal of die dienskanaal 'n geskikte medium is om as verbinding te gebruik. Die kwaliteit van die dienskanaal is van hoogstaande gehalte. Geen bisfout is van een van die terminaalstasies ontvang nie. Die dienskanaal is van hoogstaande gehalte a.g.v. die goeie stelselontwerp.

In eksperiment 3 is die projek in geheel getoets. Skakeling d.m.v. die mikrobeheerder is presies en akkuraat. Die demultiplekser en die mikrobeheerder werk suksesvol saam. Die projek voldoen aan al die vereistes en sal suksesvol en tot groot voordeel vir Telkom geïmplementeer word.

Eksperiment 4 is 'n kostebesparingstoets. Vorige foute se aftyd word vergelyk met die aftyd van foute wat m.b.v. die afstandbeheerde demultiplekstoestel herstel is en kosbesparing word bereken. Indien die demultiplekstoestel in die hele Vrystaatstreek geïmplementeer word kan dit 'n totale besparing van **R 1 430 906,40** per jaar meebring.

## HOOFSTUK 6

# OPSOMMING EN RIGTING VIR TOEKOMSTIGE NAVORSING

### 6.1 Projekopsomming

Die ontwikkelingsnavorsing beskryf die ontwerp en vervaardigingsproses van 'n afstandbeheerde demultiplekstoestel.

Navorsing het getoon dat 'n behoefte ontstaan het om foutopsporing op kommunikasiekringe te bespoedig. Die metode wat tans gebruik word, is langsaam en onbetroubaar. Die toerusting in besit kan baie nuttiger aangewend word.

In hierdie studie is 'n nuwe afstandbeheerde demultiplekstoestel ontwerp. 'n Beheerstasie oefen beheer oor 'n hoeveelheid demultipleksers by 'n hoeveelheid mikrogolfterminalstasies uit en demultiplekserresultate van die stasies kan d.m.v. 'n aktiewe resultaat by die beheerstasie verkry word. Die produkontwikkeling het in drie fases geskied:

- 'n Uitvoerbaarheidstudie is gedoen

- Gebruikersbehoefte-analise
- Ontwerp van die produk

Die ontwerp kan in 7 komponente ingedeel word:

1. Programmatuur vir die beheer van die demultiplekser m.b.v. die rekenaar
2. Koppelvlak
3. Ontwikkeling van die kommunikasie skakelaar
4. Apparatuurontwikkeling
5. Koppeling van apparatuur aan die mikrobeheerder
6. Finale toetsing en ontfouting
7. Eksperimentele resultate

Die eksperimentele resultate is uitgevoer gedurende die ontwikkeling van die produk sowel as op die eindproduk. Eksperimente op die eindproduk is uitgevoer om die spoed, akkuraatheid en die kwaliteit van die produk te bepaal. Sekondêre voordele van die produk is gebruikersvriendelikheid en koste effektiwiteit.

## **6.2 Rigting vir toekomstige navorsing**

Die ontwerp van die afstandbeheerde demultiplekstoestel het gelei tot nuwe idees vir toekomstige ontwikkeling. Met die geweldige toename in veral die

selfoonnetwerke wat meestal gebruik maak van kleiner mikrogolfstelsels sowel as die toename in die installering van kleiner mikrogolfstelsels vir privaathuurders het 'n groot behoefte ontstaan om op hoogte te wees van die gehalte van die mikrogolfstelsels (2 Mg/s-kringe).

Die ideaal is om die gehalte van die stelsels deurlopend vanaf die beheersentrum te kan bepaal. 'n Groot probleem wat oorbrug moet word om die doel te bereik is die hoë koste van 2 Mg/s-toetsapparaat sowel as die groot hoeveelheid van 2 Mg/s-apparaat wat benodig word. Indien betroubare 2 Mg/s-apparaat wat oor 'n afstand beheer kan word self ontwikkel kan word teen 'n beter prys kan dit 'n groot aanwinst vir die beheersentrum teweegbring.

Met minimale aanpassing van die bestaande programmatuur soos in die huidige projek ontwikkel, kan die 2 Mg/s-toetsapparaat ook geakkommodeer word.

## BRONNELYS

1. Adamson. T.A. **Electronic Communications.** USA, Delmar Publishers Inc. 2<sup>nd</sup> Edition. 1992.
2. ARG ElectroDesign. **ARG 1066A Demultiplexer Manual.** Cirester, Gloucestershire, ARG ElectroDesign Ltd. 1991.
3. Bannister. B.R. and Whitehead. D.G. **Fundamentals of Modern Digital Systems.** Great Britain, Southampton, Camelot Press Ltd. 2<sup>nd</sup> Edition. 1987.
4. Calvert. C. **Delphi Unleashed.** USA, Sams Publishing. 1995.
5. Collin. S. **Computers, Interfaces and Communication Networks.** Paris, Prentice Hall International and Masson. 1990.
6. Crecraft. D.I. and Garham, D.A. **Electronics.** London, Chapman & Hall. 1993.
7. De Wit. P.W.C. **Production and Operations Management.** South Africa, Thomson Publishing. 2<sup>nd</sup> Edition. 1992.
8. Floyd. T.L. **Digital Fundamentals.** London, Merrill. 3<sup>rd</sup> Edition. 1986.

9. Frygyes. I. **Digital Microwave.** USA, Elsevier Science Publishing Company Inc. 1989.
10. Gardner. N. **A Beginners Guide to the Microchip Pic.** USA, MPS. 1995.
11. GTE Company Notes. **Digital Modemodulator.** Italy, Telecomunicazioni. 1983. p5-9.
12. Hall. D.V. **Microprocessors and Digital Systems.** Singapore, McGraw-Hill. 2<sup>nd</sup> Edition. 1983.
13. Held. G. **The Complete Modem Reference.** Canada, John Wiley & Sons, Inc. 2<sup>nd</sup> Edition. 1994.
14. Hewlett Packard Company Notes. **Digital Transmission Analyser.** USA, Hewlett Packard Limited. 1987. p 5-24.
15. Jasper. E. **Pc-Host Communications.** England, Addison-Wesley. 1993.
16. Jones. L.D. **Principles and Application of Digital Electronics.** New York, Macmillan Publishing Company. 1986. p 324 – 350.
17. Kerzner. H. **Project Management.** Berea, Ohio, Van Nostrand Reinhold. 1989.

18. Machholz. R. **A Programmer's Guide to Turbo Vision.** England, Addison-Wesley. 1993.
19. Microchip Technology. **Assembler User's Guide.** USA, Microchip Technology Inc. 1996.
20. Microchip Technology. **Embedded Control Handbook.** USA, Microchip Technology Inc. 1994/95.
21. Microchip. **Microchip Databook.** USA, Microchip Technology Inc. 1994.
22. Microchip Technology. **MPLAB( IDE, Simulator, Editor ).** USA, Microchip Technology Inc. 1996.
23. Microchip. **Picstart Plus ( Development System).** USA, Microchip Technology Inc. 1996.
24. Ohlson. C. **Turbo Pascal Advanced Techniques.** USA, Que Corporation. 1989.
25. Peatman. J.B. **Design with Microcontrollers.** USA, McGraw-Hill. 1988.
26. Ponker. P.S. **Management Information Systems.** Singapore, McGraw-Hill. 1989.

27. Riley. J.H. **Programming Using Turbo Pascal.** Boston, PWS-Kent Publishers. 1987.
28. Rubenking. N.J. **Delphi Programming For Dummies.** USA, IDG Books. 2<sup>ND</sup> Edition. 1996.
29. SEL. **Digital Protection Switching Equipment.** Germany, Standard Elektrik Lorenz A G. 1985. p 58.
30. SEL. **Digital Radio Relay Modem.** Germany, Standard Elektrik Lorenz A G. 1986. p 5-14.
31. SEL. **Digital Service Channel.** Germany, Standard Elektrik Lorenz A G. 1986. p 5-24.
32. SEL. **Radio Relay System.** Germany, Standard Elektrik Lorenz A G. 1985. p 35-56.
33. Sielong. G. **Demultiplexer / Analyser.** Cheshire, Technical Services Dept. 1990. p 73-76.
34. Smith. J.T. **Getting the most from Turbo Pascal.** New York, McGraw-Hill. 1989.
35. Swan. T. **Foundations of Delphi Programming.** USA, IDG Books. 1996.

36. Swan. T. **Mastering Turbo Assembler.** USA, Haydon Books. 1990
  
37. Swan. T. **Mastering Turbo Pascal 6.** USA, Haydon Books. 1990.
  
38. Telkom. **1997/1998 Die Foonboek.** South Africa, CTP Directories. 1997. P 18-19.
  
39. Tugal A.Tugal O. **Data Transmission.** New York, McGraw-Hill. 1989. P 247-305.
  
40. Van Gilbert. H. **The Complete Modem Reference.** Canada, John Wiley & Sons Inc. 2<sup>nd</sup> Edition. 1994.

# **BYLAE A**

## **VOORKOMENDE INSTANDHOUDING PROSEDURES**

## **2.1 Voorkomende instandhouding**

### **2.2.1 Inleiding**

Voorkomende instandhouding word op 'n deurlopende basis oor die netwerk gedoen. Met die snelle uitbreiding van kommunikasiekringe word die taak daagliks moeiliker om op 'n periodieke basis voorkomende instandhouding oor die hele netwerk te kan toepas.

Die implementering van 'n afstandbeheerde demultiplekstoestel vir onbemande mikrogolfterminalstasies kan voorsiening maak vir 'n nuwe metode van voorkomende instandhouding.

### **2.2.2 Metodes van voorkomende instandhouding**

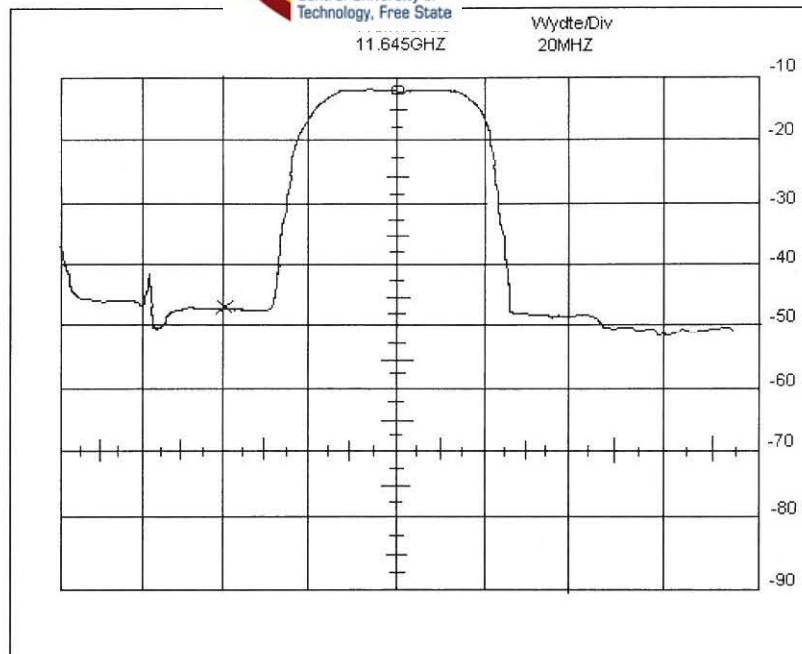
Met voorkomende instandhouding word 'n verwysing aangevra van die netwerk- bestuursafdeling wat met die kliënte skakel. 'n Verwysing word vir 'n mikrogolfstelsel met die mikrogolfspektrum aangevra. 'n Mikrogolfspektrum beskik oor 'n bystandskanaal. Skakeling vanaf die normale kanaal na die bystandskanaal vind plaas alvorens enige toetse op die normale kanaal kan geskied.

Al die lokale ossillatorfrekwensies en -peile word gelees en regstellings word by elke mikrogolfstasie gedoen.

**Tabel 2.1 Roetinelesings geneem by 'n mikrogolfstasie**

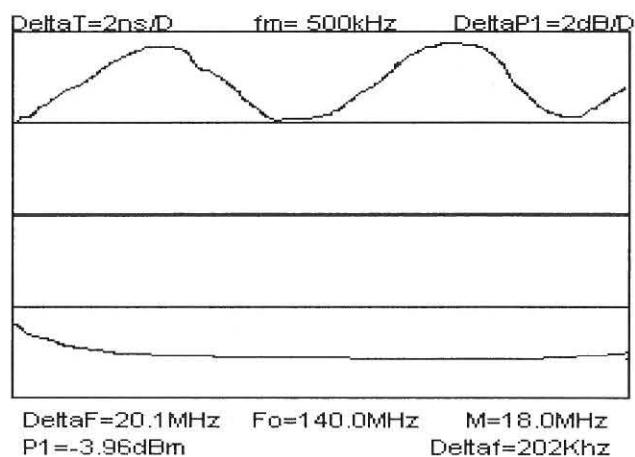
ROETINETOETSE OP DIE GTE 140 MB MIKROGOLFSTELSEL					
RIGTING : BMW - WKM		SENDSTASIE : BMW		ONTVANGSTASIE : BTY	
SENDSTASIE : BMW	MF P	MF0 1	MF0 2	MF03	LIMIETE
MODEM TUSSENFREK. PEIL	-4	-3.6	-3.87	-3.73	- 3 dBm ± 1 dB
SENDER MENGER UITSET	-5	-4.7	-5.2	-5	- 5 dBm ± 1 dB
SENDER LOKALE OSSILLATOR FREK.	10.85	10.93	11.01	10.81	fo ± 100 kHz
LOKALE OSSILLATORPEIL	5.4	5.1	5.4	6	6 dBm ± 2 dB
SENDER UITSETPEIL	33.5	33.5	33.5	33.5	34dBm ± 1dB
VOORVERVORMING BY fo ± 30 MHz	> 39	>40	>39	>41	> 38 dB
ONTVANGSTASIE : BTY	MF P	MF0 1	MF0 2	MF03	LIMIETE
ONTVANGER LOKALE OSSILLATOR f	10.85	10.93	11.01	10.81	fo ± 100 kHz
FASE SKUIF PEIL	-4.5	-5.5	-4.4	-5.5	- 5 dBm ± 1 dB
LOKALE OSSILLATORUITSET NA 2DE					
ONTVANGER	5.5	5.2	5	5.2	5 dBm ± 2 dB
TUSSENFREKWENSIE UITSETPEIL	-2.66	-2.88	-3.12	-2.9	- 3 dBm ± 1 dB
INSETPEIL VAN HOOF ONTVANGER	-33	-34	-33.4	-33.2	INSTALLASIE FIG.
INSETPEIL VAN 2 DE ONTVANGER	-32.5	-32.5	-32.4	-32.5	INSTALLASIE FIG.

Voorvervorming word by die sender reggestel deur die finale uitset van 'n sender op 'n spektrumanaliseerder te koppel. 'n Merker word 20 Mhz vanaf die middelfrekwensie geskuif en die amplitude moet beter as 38 dBm wees. Die 2 merkers word dan 20 Mhz weg vanaf die middelfrekwensie na beide kante geskuif en mag die skouers met 'n maksimum van 0.5 dBm verskil vir die korrekte fase [32].



**Figuur 2.1 Voorvervorming by die finale uitset van 'n sender**

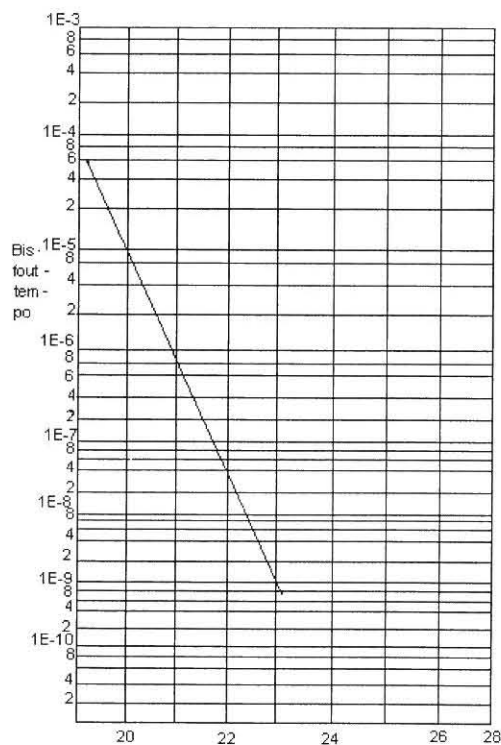
Groepvertraging word by die ontvanger reggestel. 'n Frekwensiespektrum word by die sender teen dieselfde peil ingestuur. By die ontvanger word die tyds- en peilverskil van die frekwensiespektrum gelees en reggestel.



**Figuur 2.2 'n Tipiese voorbeeld van die tyds- en die peilverskil oor die frekwensiespektrum nadat dit reggestel is**

Datatransmissie-analiseerders en 'n ruisgenerator word gebruik om tussen twee mikrogolfstasies te toets of die bisfouttempo binne spesifikasies is. Die datatransmissie-analiseerder word gebruik om by die sendstasie 'n 'CMI'(Coded Mark Inversion) kode in die modulator in te stuur [14]. By die ontvangkant word daar geruis by die tussenfrekwensie bygevoeg. Die peil van die geruis word ingevoeg teen 19 dB laer as die datapeil en word dan verlaag tot 28 dB laer as die datapeil. By die demodulator word die bisfouttempo m.b.v. 'n datatransmissie-analiseerder verkry. Dit verteenwoordig die sein- tot ruisverhouding teenoor die bisfouttempo [11].

**Tabel 2.2 Bisfouttempo teenoor sein- tot ruisverhouding wat aan spesifikasievereistes voldoen**



As al die bogenoemde toetse uitgevoer is en die bisfouttempo toets nie in spesifikasie nie kan die fout toegeskryf word aan kwadrantfoute wat by 'n demodulator of 'n modulator kan voorkom. In so 'n geval word die modulator en die demodulator afsonderlik getoets en die foutiewe paneel word vervang.

# **BYLAE B**

## **INSTRUKSIEDEFINISIES VIR DIE**

## **DEMUPLEKSER**

#### 4.2.1.4 Instruksiedefinisies vir die demultiplekser

Die instruksies en registers om met die demultiplekser te kommunikeer word in die volgende tabelle gelys [21].

**Tabel 4.1 Instruksiedefinisies**

Command String	Function
<ESC>Bn<CR>	Set input bit rate n where... n = 1 for 140 Mbit/s n = 2 for 34 Mbit/s n = 3 for 8 Mbit/s n = 4 for 2 Mbit/s
<ESC>En<CR>	Set EBER exponent to 'n'. n = 3 to 9
<ESC>I<CR>	Send tester information. Eg. Type, serial no, ect
<ESC>Kd<CR>	* - Kill(reset) rewults 'd' where... d = 1 to reset 140 results and lower levels d = 2 to reset 34 results and lower levels d = 1 to reset 8 results and lower levels d = 1 to reset 2 results and lower levels
<ESC>Ln<CR>	* - Set Lamp-lock condition, where... n = 0 turns Lamp-lock OFF n = 1 turns Lamp-lock ON
<ESC>Mn<CR>	* - Set Printer Monitor Option to 'n'
<ESC>On<CR>	Output register dump to host, where n selects register to be sent
<ESC>Pn<CR>	* - Set printer enable conditions, where... n = 0 sets printer OFF n=1 sets printer ON and forces printout
<ESC>Rn<CR>	Set REMOTE control condition, where... n = 0 sets remote OFF n = 1 sets remote ON
<ESC>Sdt<CR>	* - Set trib number where... d = 1 to set trib of 140 demux d = 2 to set trib of 34 demux d = 3 to set trib of 8 demux t = TRIB No (1 to 4)
<ESC>T<CR>	Read real-time clock date and time

Register Number	Register Address (Hex)	Description	Bit Rate
0-3	00E1	Error Free seconds**	140 Mb/s
4-7	00E5	Total Elapsed Time in seconds**	140 Mb/s
8-11	00E9	Available Time in seconds**	140 Mb/s
12-15	00ED	Unavailable Time in seconds**	140 Mb/s
16-19	00F1	Severely Errored seconds**	140 Mb/s
20-23	00F5	Errors in Available Time**	140 Mb/s
24-27	00F9	Errors in non-SEs in Available Time**	140 Mb/s
28-31	00FD	Error Free seconds**	34 Mb/s
32-35	0101	Total Elapsed Time in seconds**	34 Mb/s
36-39	0105	Available Time in seconds**	34 Mb/s
40-43	0109	Unavailable Time in seconds**	34 Mb/s
44-47	010D	Severely Errored seconds**	34 Mb/s
48-51	0111	Errors in Available Time**	34 Mb/s
52-55	0115	Errors in non-SEs in Available Time**	34 Mb/s
56-59	0119	Error Free seconds**	8 Mb/s
60-63	011D	Total Elapsed Time in seconds**	8 Mb/s
64-67	0121	Available Time in seconds**	8 Mb/s
68-71	0125	Unavailable Time in seconds**	8 Mb/s
72-75	0129	Severely Errored seconds**	8 Mb/s
76-79	012D	Errors in Available Time**	8 Mb/s
80-83	0131	Errors in non-SEs in Available Time**	8 Mb/s
84-87	0135	Error Free seconds**	2 Mb/s
88-91	0139	Total Elapsed Time in seconds**	2 Mb/s
92-95	013D	Available Time in seconds**	2 Mb/s
96-99	0141	Unavailable Time in seconds**	2 Mb/s
100-103	0145	Severely Errored seconds**	2 Mb/s
104-107	0149	Errors in Available Time**	2 Mb/s
108-111	014D	Errors in non-SEs in Available Time**	2 Mb/s

Tabel 4.1.2 Demultiplekserregisters (vir n = 2)

Register Number	Register Address	Description	Bit Rate
0	0187	Transient status of alarms as follows:	
		b0 0=Dist.Alarm	140 Mb/s
		b1 0=Dist.Alarm	34 Mb/s
		b2 0=Dist.Alarm	8Mb/s
		b3 0=Dist.Alarm	2Mb/s
		b4 0=Loss of Frame	140Mb/s
		b5 0=Loss of Frame	34 Mb/s
		b6 0=Loss of Frame	8Mb/s
		b7 0=Loss of Frame	2Mb/s
1	0188	b0 0=AIS	140Mb/s
		b1 0=AIS	34 Mb/s
		b2 0=AIS	8Mb/s
		b3 0=AIS	2Mb/s
		b4 0=Loss of Signal	2Mb/s
		b5 0=Loss of Signal	8Mb/s
		b6 0=Loss of Signal	34 Mb/s
		b7 0=Loss of Signal	140Mb/s
2	0189	EBER print threshold -3	
3	018A	Select trib number - 1 (ie 0 to 3)	34 Mb/s
4	018B	As 0175	8Mb/s
5	018C	As 0175	2Mb/s
6	018D	Select 64 kb/s time-slot (0to31)	
7	018E	Select input rate, 0 =140, 1 = 34, ect	
8	018F	Input attenuation 0 = 0, 1 = 20dB, ect	

**Tabel 4.1.3 Demultiplekserregisters (vir n = 3)**

Register Number	Register Address	Description	Bit rate
0	0197	Printer mode	
1	0198	Printer Period tens of hours (0 to 9)	
2	0199	Printer Period units of hours (0 to 9)	
3	019A	Printer Period tens of minutes (0 to 5)	
4	019B	Printer Period units of minutes (0 to 9)	
5	019C	Reserved	
6	019D	Reserved	
7	019E	Peak value of 0172 with lamp lock	
8	019F	Peak value of 0173 with lamp lock	
9	01A0	Status of indicators	
		b0 0 = Lamp lock ON	
		b1 0 = Printer enabled	
		b2 0 = Printer busy	
		b6 0 = Block Ident	140 Mb/s
		b7 0 = Block Ident	34 Mb/s
10	01A1	Status of indicators	
		b0 0 = Block Ident	8Mb/s
		b1 0 = Block Ident	2Mb/s
		b2 0 = Keyswitch programming mode	
		b3 0 = Keyswitch switch lock mode	
		b4 0 = Keyswitch normal	
11	01A2	b0 0 = Local control, 1 = Remote	

# **BYLAE C**

## **DIE ARG**

### **DEMULTIPLEKSER**

## 2.3 Die demultiplekser

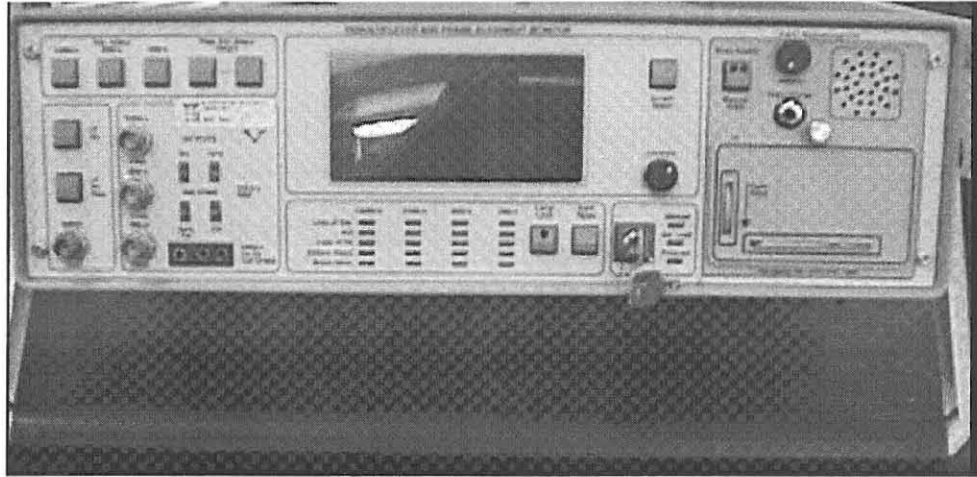
Figuur 2.4 toon 'n foto van die ARG 1066A demultiplekser. Die demultiplekser en raamgerigte monitor is patentregtelik ontwerp deur ARG ElectroDesign Ltd vir die toets van 2, 8, 34 en 140 Mg/s-digitale strome sonder om die stroom te onderbreek [2].

Die inset beskik oor 'n verstelbare sensiwiteit om te kompenseer vir verskillende kabellengtes. Alarms en fouttipe vir die geselekteerde 140-, 34-, 8- en 2 Mg/s-strome word afsonderlik gespesifiseer. Seinverlies, 'ais' (All Ones), raamverlies, afstandalarm en blok-identifiseer, is die alarms wat die demultiplekser kan identifiseer. Seinverlies word geïdentifiseer indien geen sein ontvang word nie.

'Ais' word ontvang indien die transmissie onderbreek is. Die transmissie-apparaat stuur dan 'n 'ais'-sein om in sinchronisasie te bly. 'n Raamverlies word geïdentifiseer indien daar nie 'n geldige raam uit die data onttrek kan word nie. 'n Afstandalarm word ontvang indien die ander eindterminaal 'n probleem met die data wat ontvang word identifiseer. Blok-identifiseer word geïdentifiseer indien die data korrek ontvang word. Die fouttipe wat die demultiplekser kan identifiseer, is totale toetstyd, foutvrye sekondes, streng bisfoutsekondes, bisfoute in tyd en nie- streng bisfoutsekondes. Die sytakke kan geselekteer word om tot 'n gespesifiseerde 64 Kg/s-stroom te kan toets.

Die demultiplekser beskik oor 'n lampsluitfasiliteit wat 'n rekord hou van alarms wat in die toetstyd plaasgevind het. Die toestel kan ook vanaf die

beheersentrum vir 'n afstandbeheerde modus of vir 'n lokale modus gestel word indien tegnisi die toestel sou benodig.



**Figuur 2.4**

**Die ARG 1066A demultiplekser**

**BYLAE D**

**PIC 16C84 MIKROBEHEERDER**

**INLIGTING**

**Tabel 4.2 PIC16C84**

	Klok	Geheue				Hoof kenmerke				
		Maksimum Frekwensie (MHz)	Programgeheue EEPROM ROM	Datageheue	Data EEPROM	Tydmaatmodule	Interrumpeerbronne	Inset/uitsetbane	Spanningbestek	Verpakking
<b>PIC16C84</b>	<b>10</b>	<b>1K</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>64</b>	<b>TMR0</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>2.0-6.0</b>	<b>18-'pin'</b>

Die PIC16C84 beskik oor 'n instruksiestel van 36 instruksies. Tabel 4.2.1 is 'n weergawe van die instruksies [10].

**Tabel 4.2.1 PIC16C84 instruksies**

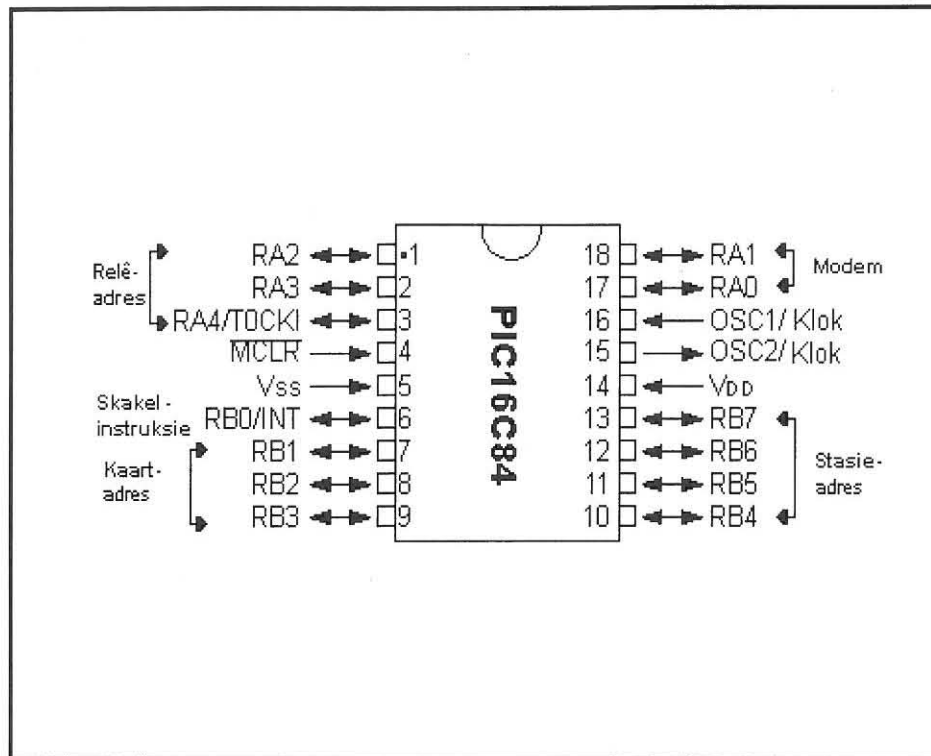
PIC16CXX Literal and Control Operations			
Hex	Mnemonic	Description	Function
3 Ekk	ADDLW k	Add literal to W	k + W ~ W
39kk	ANDLW k	AND literal and W	k .AND. W ~ W
2kkk	CALL k	Call subroutine	PC + 1 ~ TOS, k ~ PC
0064	CLRWDT T	Clear watchdog timer	0 ~ WDT
2kkk	GOTO k	Goto address	k ~ PC(9 bits)
38kk	IORLW k	Incl. OR literal and W	k .OR. W ~ W
30kk	MOVLW k	Move Literal to W	k ~ W
0062	OPTION	Load OPTION register	W ~ OPTION Register
0009	RETFIE	Return from Interrupt	TOS ~ PC, 1 ~ GIE
34kk	RETLW k	Return with literal in W	k ~ W, TOS ~ PC
0008	RETURN	Return from subroutine	TOS ~ PC
0063	SLEEP	Go into Standby Mode	0 ~ WDT, stop oscillator
3Ckk	SUBLW k	Subtract W from literal	k - W ~ W
006f	TRIS f	Tristate port f	W ~ I/O Reg f
3Akk	XORLW k	Exclusive OR literal and W	k .XOR. W ~ W

**Tabel 4.2.2 PIC16C84 instruksies**

PICCXX Byte Oriented File Register Operations			
Hex	Mnemonic	Description	Function
07ff	ADDWF f,d	Add W and f	W + f ~ d
05ff	ANDWF f,d	And W and f	W .AND. f ~ d
018f	CLRF f	Clear f	0 ~ f
0100	CLRW	Clear W	0 ~ W
09ff	COMF f,d	Complement f	.NOT. f ~ d
03ff	DECF f,d	Decrement f	f - 1 ~ d
0bff	DECFSZ f,d	Decrement f, skip if zero	f - 1 ~ d, skip if 0
0aff	INCF f,d	Increment f	f + 1 ~ d
0fff	INCFSZ f,d	Increment f, skip if zero	f + 1 ~ d, skip if 0
04ff	IORWF f,d	Inclusive OR W and f	W .OR. F ~ d
08ff	MOVF f,d	Move f	f ~ d
008f	MOVWF f	Move W to f	W ~ f
0dff	RLF f,d	Rotate left f	register f
0cff	RRF f,d	Rotate right f	register f
02ff	SUBWF f,d	Subtract W from f	f - W ~ d
0Eef	SWAPF f,d	Swap halves f	f(0:3) ~ f(4:7) ~d
06ff	XORWF f,d	Exclusive OR W and f	W .XOR. f ~ d

**Tabel 4.2.3 Pic16C84 instruksies**

PICCXX Bit Oriented File Register Operations			
Hex	Mnemonic	Description	Function
1bff	BCF f,b	Bit clear f	0 ~ f(b)
1bff	BSF f,b	Bit set f	1 ~ f(b)
1bff	BTFSC f,b	Bit test, skip if clear	skip if f(b) = 0
1bff	BTFSS f,b	Bit test, skip if set	skip if f(b) = 1



**Figuur 4.10 Beplande indeling van die inset-/uitsetpoorte vir die PIC16C84**

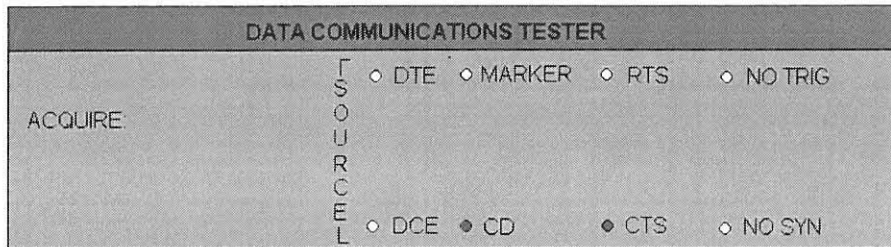
RA1 sal aangewend word om die modem aan/af te skakel. RA0 word gebruik om seriale data in te lees. RB7, RB6, RB5 en RB4 sal gebruik word vir die stasie-adres. Onderskeiding tussen sestien terminaalstasies kan geskied. RB1, RB2 en RB3 word vir die kaartadres gebruik. By 'n terminaalstasie kan daar tussen 8 kaartadresse onderskei word. Op 'n kaart word 8 relê's geplaas. Vir die relê-adres word RA2, RA3 en RA4 benodig. By 'n terminaalstasie kan daar tussen 64 mikrogolfkanale onderskei word ( $8 \text{ Kaarte} * 8 \text{ Relê's} = 64 \text{ mikrogolfkanale}$ ).

**BYLAE E**

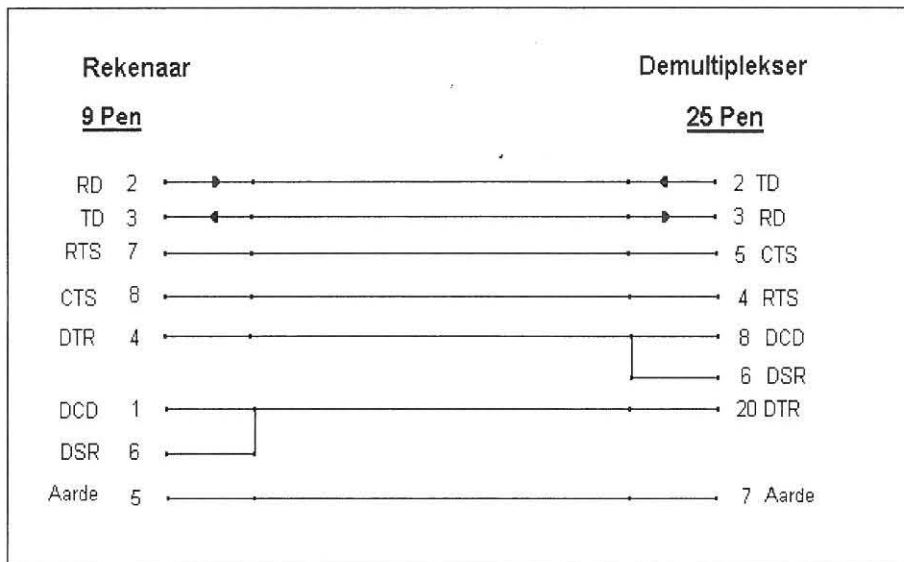
**SERIALE POORT**

**INLIGTING**

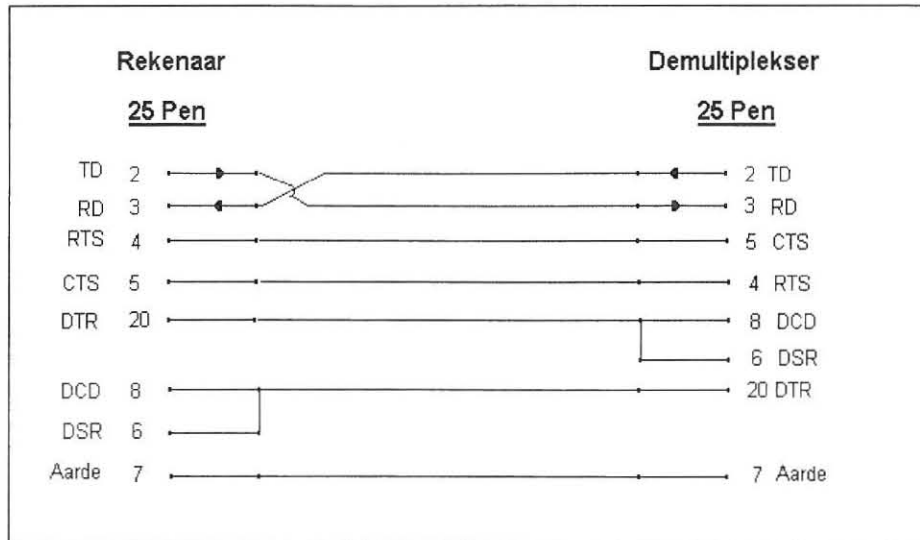
Die resultaat in fig. 5.4 is 'n aanduiding dat kommunikasie tussen die toerusting kan geskied en dat die regte seriale koppeling verkry is.



**Figuur 5.4** Skerm van datakommunikasie-analiseerder na voltooiing van seriale koppeling



**Figuur 5.5** Seriale koppeling tussen die rekenaar en die demultiplekser vir 'n rekenaar met 'n 9 pen seriale poort



**Figuur 5.6** Seriale koppeling tussen die rekenaar en die demultiplekser vir 'n rekenaar met 'n 25 pen seriale poort

Figuur 5.5 en 5.6 is 'n aanduiding van die korrekte handdruk-kommunikasiekoppeling vir seriale kommunikasie tussen die rekenaar en die demultiplekser.

# BYLAE F

# FOUTVERSLAG

### RNM Central - Fault Register '96

RNM REF.	SYSTEM/TRAFFIC	STATUS	REPORTED	CLEARED	AUL	FAULTY	COMMENT	REPORTED BY		CLEAR REF.
			TIME	TIME	LAS	SECTION		STATION	REF. No.	
014/7	WKM-LRD MF 04	FLAT	01/04 08:02	01/04 16:30	E5	LRD	BK unit	BMW	18CF	586
014/3	HOF-FKM MF 04	FLAT	02/04 14:00	02/04 16:30	E5	HOF	BK unit	BMW	18CF	587
014/8	BFN-GFR OLF 02	FLAT	03/04 11:00	02/04 16:31				BFN	574	466
014/9	CNL-FO SOXB1	FLAT	04/04 23:00	05/04 03:32	TH	CNL-FO	Open wire	FO	F14	407
014/10	CNL-FO SOXB2	FLAT	05/04 01:00	02/04 16:33	TH	CNL-FO	Open wire	FO	F15	406
014/11	CNL-FO SOJC1	FLAT	06/04 17:00	06/04 21:15	TH	CNL-FO	Open wire	FO	F16	405
014/12	CNL-FO SOJD1	FLAT	07/04 14:59	07/04 20:35	TH	CNL-FO	Open wire	FO	F17	407
014/13	BMW-KYW RICE 80	INTER	08/04 20:03	08/04 23:42	RE	POM	CPU	BMW	11M	412
014/14	KB-UP RICE 80	INTER	09/04 04:40	09/04 06:37	E3	WTB	Noise	KYW	2W	433
014/15	PK-WTB MT 01	FLAT	10/04 23:10	11/04 02:38	CWL	WTB	MWV	KYW	A31	450
014/16	UP-MIE SOXA1	FLAT	11/04 06:00	11/04 08:39	L	UP-VRO	Open wire	UP	286	455
014/17	UP-OAN STOEAI	FLAT	12/04 11:00	12/04 13:40	L	UP-VRO	Open wire	UP	287	457
014/18	UP-VRO SOR10	FLAT	13/04 14:00	13/04 16:41	L	UP-VRO	Open wire	UP	288	456
014/19	UP-NPU SOR10	FLAT	14/04 21:35	15/04 03:42	L	UP-VRO	Open wire	UP	289	458
014/20	BMW-WKM MF 03	FLAT	15/04 00:04	15/04 03:43	E2	BMW	Traffic	BMW	OZID	491/4
014/21	FKM-BLW MF 02	ERRORS	15/04 11:58	15/04 14:50	E5	FKM	MODULATOR	BMW	15ZE	578
014/22	KYW-KPV MF 00-06	ERRORS	16/04 08:00	16/04 08:31	AN	KPV	Traffic	KYW	ZR5	579
014/23	FKM-BLW MF 02	FLAT	16/04 19:00	16/04 20:30	E5	BLW	BK unit	BMW	10BC	580
014/24	VRM-DYL MT 00-02	ERRORS	17/04 15:00	17/04 20:31	AN	VRM	Traffic	KYW	Z04	581
014/25	CHD-TOC MT 01	FLAT	18/04 18:50	18/04 19:52	AN	TOC	Traffic	KYW	30ZEJ	491/9
014/26	KB-PYG SOJ D	FLAT	19/04 19:00	19/04 20:33	L	KB-PYG	Open wire	KB	A690	491/10
014/27	KYW-VRM MT 01-02	FLAT	20/04 14:28	20/04 15:04	AN	KYW	Fading	KYW	Z30	491/11

### RNM Central - Fault Register '96

RNM REF.	SYSTEM/TRAFFIC	STATUS	REPORTED	CLEARED	FAULT	FAULTY	COMMENT	REPORTED BY		CLEAR REF.
			TIME	TIME	CLASS	SECTION		STATION	REF. No.	
T023/0	KYW-KPV MF 00-06	INTER	01/05 10:07	01/05 11:12	AN	KYW	Fading	KYW	9804	478/4
T025/4	KYW-CTA MT01	ERRORS	02/05 11:08	02/05 12:13	AN	WHK	Fading	KYW	31091	478/5
T026/4	KYW-VOS MF 00-06	ERRORS	03/05 12:09	03/05 13:14	AN	VOS	Fading	KYW	W9804	478/6
T026/4	BFN - WKM OLF 1	ERRORS	04/05 13:10	04/05 14:15	L	TUN	fibres	WKM	23	478/7
T027/4	BFN - WKM DF 1	INTER	05/05 14:11	05/05 15:16	PA	BFN	Patched	BFN	508	478/8
T028/4	UP - MIE SOXA1	Flat	06/05 15:12	06/05 17:17	L	NPU	Short	UP	300	478/9
T043/4	KYW - VRM MT 1	ERRORS	07/05 16:13	07/05 19:18	AN	KYW	BK	KYW	311K5	478/10
T044/4	KYW - VRM MT 2	ERRORS	08/05 17:14	08/05 18:19	AN	VRM	DEMOM	KYW	311K5	478/11
T045/4	VRM - DYL MT 01	Inter	09/05 18:15	09/05 19:20	AN	DYL	MODULATOR	KYW	311KK	478/12
T046/4	KPV-KYW MF 1-6	Flat	10/05 19:16	10/05 20:21	AN	KYW	Fading	KYW	311MC	478/13
T047/4	KPV-KYW TP 04	Flat	11/05 20:17	11/05 23:22	AN	KPV	DEMOM	KYW	311LV	478/14
T048/4	HIOR-HMMB TP 01	Inter	12/05 21:18	12/05 22:23	AN	HIOR	BK	KYW	0007C	478/15
T049/4	HMIR-HRAT TP 01	ERRORS	13/05 22:19	13/05 23:24	AN	HMIR	DEMOM	KYW	0007H	478/16
T050/4	KEP-WWP MT 01	ERRORS	14/05 23:20	15/05 00:25	AN	WWP	BK	KYW	311LY	478/17
T133/4	LRD - WKM MF01	ERRORS	16/05 00:21	16/05 01:26	E5	SRV	Transmitter	BMW	316FA	478/18
T134/4	BSJV - TFNV MS 000	ERRORS	17/05 01:22	17/05 02:27	T	GSJV	G1950	BMW	16RT	478/19
T135/4	BMW - BLT MT 01	ERRORS	21/05 02:23	21/05 07:28	T	BLT	antennae	BMW	16RT	478/20
014/1	FKM-BLW MF03	ERRORS	27/05 08:02	27/05 10:32	E5	FKM	MODULATOR	BMW	32EC	590
014/2	BFN - DLV OLF 01	ERRORS	28/05 03:24	28/05 04:29	T	BFN	optic	BFN	544	591
014/3	BFN - KB OLF 02	ERRORS	29/05 04:25	29/05 11:12	T	BFN	optic	BFN	544	592
014/4	BTU - BTUV DSD01	Flat	30/05 05:26	30/05 07:12	EP	BTU	fuse	ALN	T32	593

### RNM Central - Fault Register '97

RNM REF.	SYSTEM/TRAFFIC	STATUS	REPORTED	CLEARED	FAULT CLASS	FAULTY SECTION	COMMENT	REPORTED BY		CLEAR REF.
			TIME	TIME				STATION	REF. No.	
015/10	WKM-LRD MF 05	FLAT	30/05 10:07	30/05 11:47	E3	SRV	MODULATOR	BMW	38GS	613
015/11	WKM-LRD MF 04	FLAT	01/04 08:02	01/04 16:30	CWL	WKM	MODULATOR	BMW	15FH	614
015/12	WKM-LRD MF 04	ERRORS	02/04 14:00	02/04 16:30	CWL	LRD	TXER	BMW	27FD	615
015/13	KD-ST5 SOJ B1	ERRORS	03/04 11:00	02/04 16:31	TH	KD	KD-ST5	BMW	12AB	616
015/3	HOF-BMW MF 04	FLAT	04/04 09:00	04/04 10:05	E5	HOF	BK unit	BMW	13FG	601
015/14	BLW-MYR MF 06	ERRORS	04/04 23:00	05/04 03:32	CWL	BLM	MODULATOR	BMW	18UB	602
015/15	BLW-MYR MF 02	ERRORS	05/04 01:00	02/04 16:33	E5	RZM	TXER	BMW	22JB	603
015/16	BLM-SKL OLF 01	ERRORS	06/04 17:00	06/04 21:15	PA	BLM	FIBRE	BMW	32WQ	617
015/5	FKM-HOF MF 06	FLAT	07/04 12:30	07/04 13:45	E5	FKM	BK unit	BMW	80Z3	604
015/17	JT-ALN OAW 1	FLAT	07/04 14:59	07/04 20:35	TH	ALN	WRE	BMW	72KL	605
015/18	KB-HSD DF 01	FLAT	08/04 20:03	08/04 23:42	OH	KB	FIBRE	BMW	24YH	606
015/19	WKM-LRD MF 04	FLAT	09/04 04:40	09/04 06:37	CWL	PYM	TXER	BMW	13GV	607
015/20	KBMC-KBDPI 01	FLAT	10/04 23:10	11/04 02:38	SP	KBMC	FLAT	BMW	57AS	608
015/21	ALN - JT OAW 01	ERRORS	11/04 06:00	11/04 08:39	CWL	OLG	FIBRE	BMW	79DF	609
015/22	WKM - BMW MF 03	ERRORS	12/04 11:00	12/04 13:40	CWL	BTY	HEAT	BMW	23JK	625
015/23	KB - KMN DT 01	FLAT	13/04 14:00	13/04 16:41	CWL	KB	FIBRE	BMW	65HG	626
015/24	PSB - LHL DF 01	FLAT	14/04 21:35	15/04 03:42	TH	LHL	FIBRE	BMW	98MJ	627
015/25	KD - ALT SOJA 01	FLAT	15/04 00:04	15/04 03:43	CWL	ALT	WIRE	BMW	36VF	628
015/26	BMW - KEG MF 04	ERRORS	15/04 11:58	15/04 14:50	E5	KEG	DEMOM	BMW	60LK	629
015/27	ALN - PDO DPC 01	FLAT	16/04 08:00	16/04 08:31	PA	PDO	FUSE	BMW	14DF	630
015/28	KD - LY SOXA1	FLAT	16/04 19:00	16/04 20:30	TH	KD	RECTIFIER	BMW	87MN	631
015/29	BFN - WKM OLF 01	FLAT	17/04 15:00	17/04 20:31	OH	WKM	FIBRE	BMW	57JV	632
015/30	BFN - JDF OLV 01	FLAT	18/04 18:50	18/04 19:52	CWL	JDF	PATCH	BMW	10GD	633

### RNM Central - Fault Register '97

RNM REF.	SYSTEM/TRAFFIC	STATUS	REPORTED	CLEARED	FAULT CLASS	FAULTY SECTION	COMMENT	REPORTED BY		CLEAR REF.
			TIME	TIME				STATION	REF. No.	
014/7	BMW - KYW MF 02	ERRORS	01/05 10:07	01/05 11:12	E3	KMY	TXER	BMW	9804	478/4
014/8	BMW - KYW MF 02	ERRORS	02/05 11:08	02/05 12:13	E4	KMY	TXER	BMW	31091	478/5
014/9	MGO - BFN DP 01	FLAT	03/05 12:09	03/05 13:14	CWL	KYW		BMW	W9804	478/6
014/10	TMM - UP SOXB 01	FLAT	04/05 13:10	04/05 14:15	CWL	UP	CWL	BMW	23	478/7
014/11	BFN - KB DS 16	FLAT	05/05 14:11	05/05 15:16	E2	KB	RESET	BMW	508	478/8
014/12	ENV - KPJ OLT 01	FLAT	06/05 15:12	06/05 17:17	E5	ENV	FIBRE	BMW	300	478/9
014/13	VJN - OKN OFSO 01	FLAT	07/05 16:13	07/05 19:18	E6	OKN	FIBRE	BMW	311K5	478/10
014/14	WKM - BMW MF 03	ERRORS	08/05 17:14	08/05 18:19	E7	TUM	POWER	BMW	311K5	478/11
014/15	LB - HBO SOXB 01	FLAT	09/05 18:15	09/05 19:20	E2	LB	RESET	BMW	311KK	478/12
014/16	LB - HBO SOJD 01	FLAT	10/05 19:16	10/05 20:21	E3	LB	RESET	BMW	311MC	478/13
014/17	VR - SX SOJD 01	FLAT	11/05 20:17	11/05 23:22	E5	SX	POWER	BMW	311LV	478/14
015/7	BLW-FKM MF 01	ERRORS	12/05 19:00	12/05 20:45	E5	BLW	MODULATOR	BMW	20EA	606
015/8	KPJ - ENV OLT 01	FLAT	12/05 21:18	12/05 22:23	E5	KPJ	FIBRE	BMW	0007C	607
015/9	BMW - WKM MF01	ERRORS	13/05 22:19	13/05 23:24	E2	BMW	AIRPLANT	BMW	0007H	608
015/10	UP - AKH SOXB 01	FLAT	14/05 23:20	15/05 00:25	E5	UP	POWER	BMW	311LY	609
015/11	UP - AKH STOE A 01	FLAT	16/05 00:21	16/05 01:26	E5	AKH	POWER	BMW	316FA	610
015/12	UP - DWK SOJA 01	FLAT	17/05 01:22	17/05 02:27	E5	DWK	POWER	BMW	16RT	611
015/13	PY - VE DT 02	ERRORS	21/05 02:23	21/05 07:28	E2	PY	AIRPLANT	BMW	16RT	478/20
015/14	BFN - JDF OLV 03	FLAT	27/05 08:02	27/05 10:32	E5	JDF	JOINTERS	BMW	32EC	590
015/15	TOC - BRJ SOJA A1	ERRORS	28/05 03:24	28/05 04:29	E2	TOC	AIRPLANT	BMW	544	591
015/16	PY - VE DT 02	FLAT	29/05 04:25	29/05 11:12	E5	PY	COAX	BMW	544	592
015/9	FKM-BLW MF03	ERRORS	29/05 10:07	29/05 11:47	E5	FKM	MODULATOR	BMW	37GS	612
015/10	LB - TPT SOJA 01	FLAT	30/05 05:26	30/05 07:12	E5	LB	COAX	BMW	T32	613