

# Optisch Systeem 1550 nm 47 - 862 MHz

## ***BK 600***

### Technische omschrijving

Revisie: 5  
Datum: 01-03-03  
Samenstelling: R.C.D.J. Knetsch

# BK 600

## Optisch Transmissie Systeem 1550 nm

### INHOUDSOPGAVE:

<b>1</b>	<b>SYSTEEMCONCEPT 1550 NM</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NETWERKCONCEPT</b>	<b>4</b>
2.1	CONFIGURATIE VOOR 120 KM EN MEER...	5
2.2	SPLITBAND, BREEDBAND EN CWDM	6
2.2.1	<i>Voorbeeld configuraties</i>	6
<b>3</b>	<b>OPTISCHE ZENDEENHEID</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>OPTISCHE ONTVANGENHEID</b>	<b>9</b>
4.1	FUNCTIONALITEIT OPTISCHE ONTVANGER SEO 686	9
<b>5</b>	<b>TECHNISCHE SPECIFICATIES</b>	<b>11</b>
5.1	SSO 688, OPTISCHE ZENDER VOOR 1550 NM	11
5.2	SSO 689, OPTISCHE ZENDER VOOR 1550 NM	12
5.3	SVO 692, OPTISCHE VERSTERKER	13
5.4	SVO 693, OPTISCHE VERSTERKER	14
5.5	SEO 686, OPTISCHE ONTVANGER	15
<b>6</b>	<b>NETWERKBEHEER EN ONDERHOUD</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>OPTISCH BUDGET</b>	<b>17</b>
7.1	TOEPASSING 1550 NM: CENELEC-RASTER, 42 KANALEN	17
7.2	TOEPASSING 1550 NM: REGIONETWERK	18
<b>8</b>	<b>VEZEL-RIN</b>	<b>19</b>

# BK 600

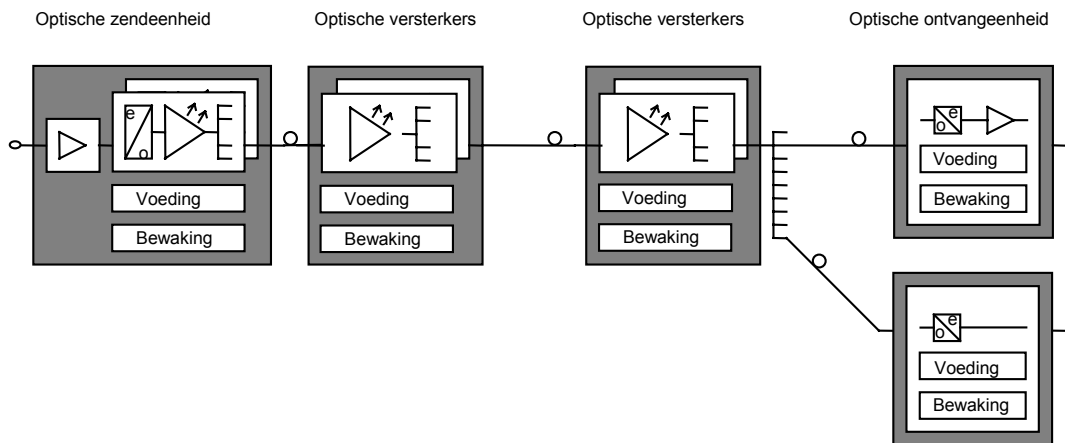
## Optisch Transmissie Systeem 1550 nm

### 1 Systeemconcept 1550 nm

Het Fuba Optisch Transmissiesysteem is bedoeld voor het transport van AM- en FM-gemoduleerde video-, audio- en datasignalen in het frequentiegebied tussen 47 en 862 MHz via één vezel.

Het systeem voorziet in de mogelijkheid om ten minste 3 optische versterkers te cascaderen en heeft een capaciteit van meer dan 60 analoge TV-kanalen.

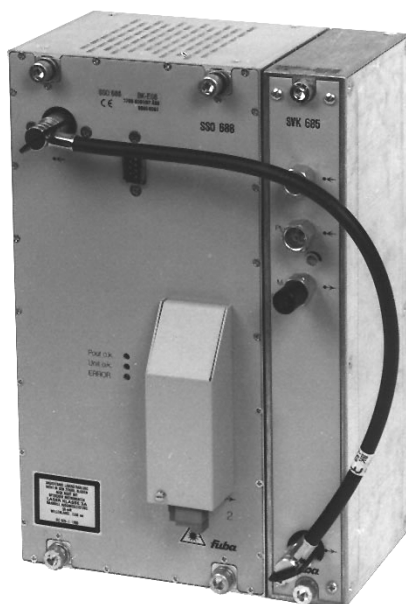
Het systeem leent zich bij uitstek voor het transporteren van signalen over grote afstanden, met een minimum aan kwaliteitsverlies.



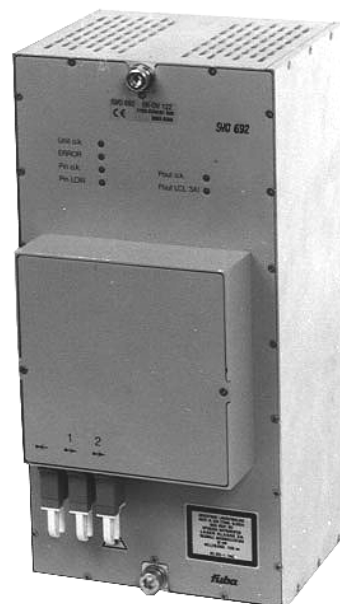
*Voorbeeld AMVSB-verbinding met 3-voudig gecascadeerde optische versterkers.*

De maximaal te overbruggen afstand is afhankelijk van de gewenste signaalkwaliteit aan het einde van de keten in relatie tot het aantal te transporteren kanalen en de invloed van de toegepaste vezel.

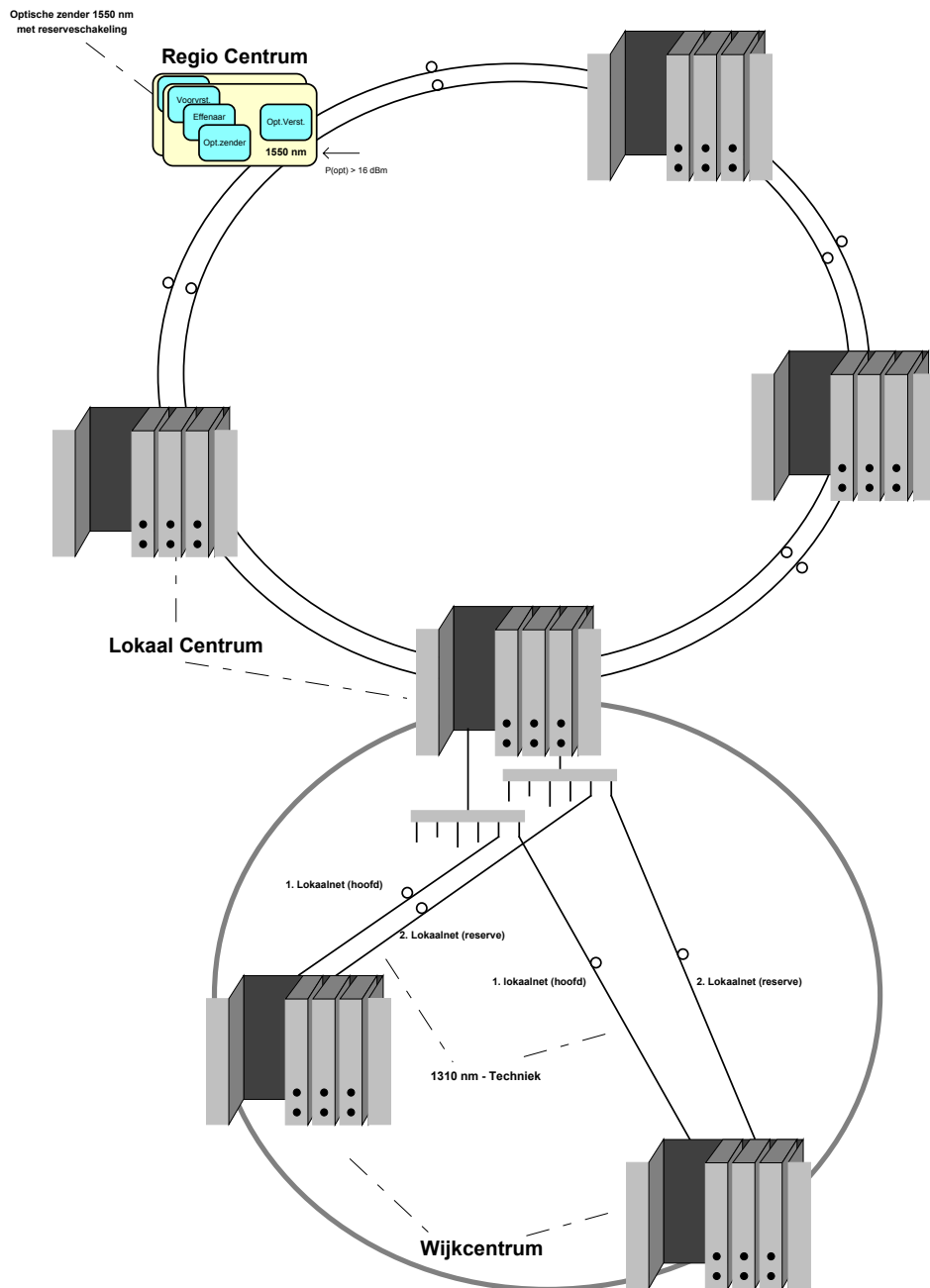
SVK 685 + SSO 688



SVO 692



## 2 Netwerkconcept



### *Schematische opstelling netwerkconcept*

Het FUBA concept voor grote optische netwerken omvat een bij voorkeur ringvormig aanvoernet (backbone), uitgevoerd in 1550 nm of 1310 nm techniek en met redundantie. Dit netvlak wordt gevolgd door een ring- of stervormig distributienet, uitgevoerd in 1310 nm techniek en eventueel ook voorzien van redundantie.

Door deze flexibele configuratie is het o.a. eenvoudig mogelijk om op lokaal niveau informatie of programma's toe te voegen.

### 2.1 Configuratie voor 120 km en meer...

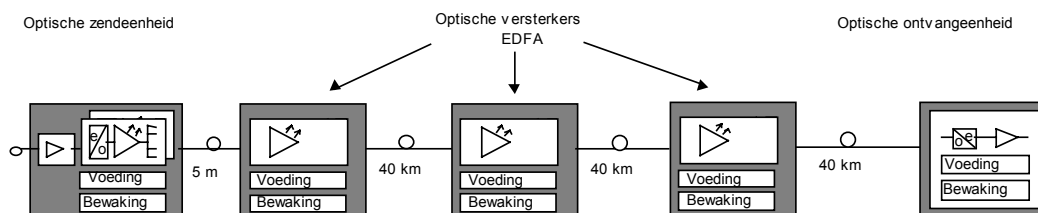
De optische zenders zijn leverbaar in diverse uitvoering waaronder een speciale "XL" uitvoering uitgevoerd met diverse voorzieningen om de negatieve effecten die ontstaan door de dispersie in de vezel zoveel mogelijk te compenseren. Deze effecten zoals o.a. de laserchirp en de vezeldispersie wisselwerking, Stimulated Brillouin Scattering (SBS) en Self Phase Modulation hebben een grote invloed op de kwaliteit van het signaal en hebben in bepaalde situaties zelfs tot gevolg dat het optisch signaal niet door de vezel kan worden getransporteerd. Echter, dankzij enkele speciale voorzieningen kon de vermogensgrens voor analoge systemen worden verhoogd tot maar liefst 17 dBm en is het mogelijk om zeer grote afstanden te overbruggen met behoud van de kwaliteit.

In de extern gemoduleerde optische zender die speciaal voor het overbruggen van grote vezellengtes tot 120 km is geconcipeerd, worden ruisarme hoogvermogen lasers met een smalle lijnbreedte toegepast. Hierdoor zijn de ruis eigenschappen en het optisch uitgangsniveau belangrijk verbeterd. Deze zender is voorzien van een uiterst geavanceerde schakeling voor de onderdrukking van de SBS zodat de negatieve gevolgen effectief worden vermeden.

Dit komt in de specificaties vooral tot uitdrukking in de waarde voor de CSO die bij 120 km nog altijd beter is dan 60 dB. Bij de planning moet echter rekening worden gehouden met de beperking dat bij een SBS-threshold hoger dan 14 dBm de CSO en ruis eigenschappen weer verslechteren.

Daarom wordt bij zeer grote afstanden de SBS-grens bij 14 dBm gelegd, zodat van tenminste 13 dBm in de vezel kan worden uitgegaan.

De te overbruggen afstand wordt opgedeeld in vezeltrajecten van maximaal 40 km, aangestuurd door 13 dBm EDFA's. Aan het einde van de cascade wordt bij een optische modulatieindex van 4,8% (belasting met CENELEC-raster) een C/N van 52,5 dB gegarandeerd.



Voor toepassingen met meerdere lengtes van ca. 50 km vanuit één punt is een andere variant beschikbaar met een SBS-threshold van 17 dBm.

In deze variant worden geen EDFA's gecascadeerd.

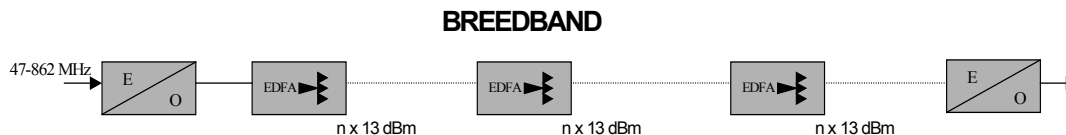
### 2.2 Splitband, breedband en CWDM

Omdat 1550 nm techniek in het algemeen wordt toegepast in de verbinding tussen ontvangstation en lokale centra (nodes), is het van belang om een zo goed mogelijke kwaliteit van de verbinding te realiseren. De beste resultaten zullen worden bereikt als de verbinding in splitbandtechniek wordt uitgevoerd, dus met gescheiden transport van de VHF en de UHF signalen. De kanaalbelasting wordt dan over 2 zenders verdeeld waardoor bij, ten opzichte van breedband, gelijkblijvende CSO en CTB een hogere modulatie-index, dus betere C/N, mogelijk is. De nadelen van splitband techniek zijn de hogere kosten omdat per verbinding niet alleen het dubbele aantal zenders en ontvangers nodig zijn, maar ook het dubbele aantal EDFA's en vezels.

Dit probleem kan grotendeels worden opgelost door toepassing van CWDM, Coarse Wave Division Multiplex. Bij CWDM wordt gebruik gemaakt van ten minste twee verschillende golflengtes in het 1550 nm gebied, die met behulp van multiplexers worden samengevoegd voor transport over één vezel. De EDFA is in staat om beide signalen te versterken waarbij er echter rekening mee moet worden gehouden dat het totale lichtvermogen dat de EDFA kan verwerken niet mag toenemen. Als er dus 2 even sterke lichtstromen worden aan geboden op een 13 dBm EDFA, zullen er aan de uitgang van deze EDFA 2 lichtstromen van 10 dBm beschikbaar zijn. Om hetzelfde uitgangsniveau te halen zal er derhalve een 16 dBm EDFA moeten worden toegepast.

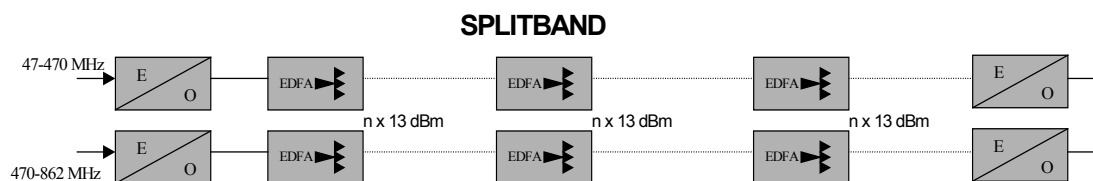
#### 2.2.1 Voorbeeld configuraties

Voorbeeld van een optische verbinding ontvangstation - lokaalcentrum (HUB), 2 secties van 40 km en de derde sectie 34 km, totale lengte 114 km. Alle waarden zijn berekend inclusief de invloed van de vezel. De CSO en CTB waarden zijn de "worst-case" waarden van het (samengekoppelde) signaal op de uitgang van de optische ontvanger. De Draaggolf Ruis Afstand (DRA) is voor zowel de VHF als de UHF opgegeven.



Kengetallen breedband verbinding:

Belasting	CENELEC 42	70 kanalen
Optische modulatie-index	5%	3,9%
$DRA_{UHF}$ (= C/N)	50 dB	47,8 dB
$DRA_{VHF}$	51,3 dB	49,2 dB
CSO	62,7	64,6
CTB	59,5	64,1

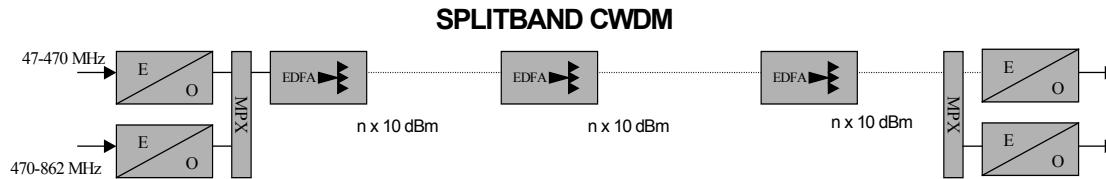


Kengetallen splitband verbinding:

Belasting	CENELEC 42	70 kanalen
Optische modulatie-index	7,1%	5,5%
$DRA_{UHF}$ (= C/N)	53,0 dB	50,8 dB
$DRA_{VHF}$	54,4 dB	52,2 dB
CSO	62,7	64,6
CTB	59,5	64,1

# BK 600

## Optisch Transmissie Systeem 1550 nm



Kengetallen splitband CWDM verbinding:

De kengetallen zijn gelijk aan die voor de splitband verbinding indien 16 dBm EDFA's worden toegepast. Als een bestaande verbinding met 13 dBm EDFA's wordt opgewaardeerd naar een splitband CWDM verbinding worden de kengetallen als volgt:

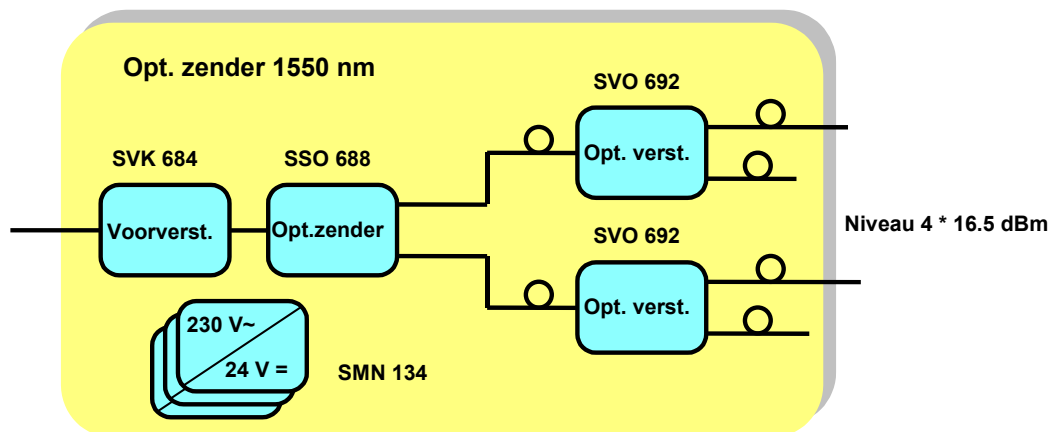
Belasting	CENELEC 42	70 kanalen
Optische modulatie-index	7,1%	5,5%
$DRA_{UHF}$ (= C/N)	52,0 dB	49,8 dB
$DRA_{VHF}$	53,1 dB	50,9 dB
CSO	62,7	64,6
CTB	59,5	64,1

Alle bovengenoemde DRA-waarden kunnen nog ca. 0,5 tot 1 dB verbeteren door toepassing van 16 dBm EDFA's in plaats van de 13 dBm typen!

### 3 Optische zendeenheid

Een optische zendeenheid voor 1550 nm omvat de volgende componenten:

- Voorversterker
- Optische zender
- Optische versterker (1 of 2)
- Voedingsunit(s)



#### Optische zender met 4 optische uitgangen

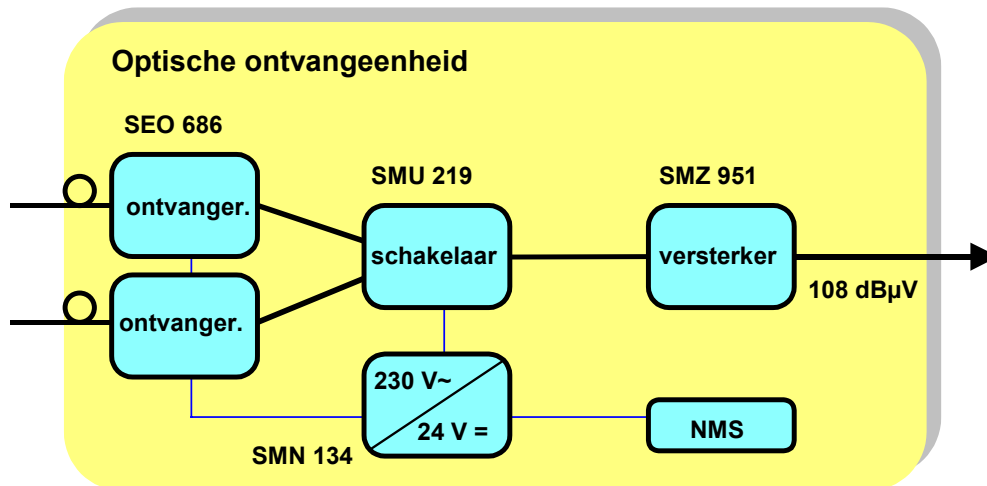
Afhankelijk van het gewenste vermogen kunnen optische versterkers uit verschillende vermogensklassen worden ingezet.

Beschikbaar zijn:

- 1 x 13,0 dBm
- 1 x 15,0 dBm
- 1 x 16,5 dBm
- 2 x 13,0 dBm
- 2 x 15,0 dBm
- 2 x 16,5 dBm
- 3 x 13,0 dBm
- 4 x 13,0 dBm
- 6 x 13,0 dBm

## 4 Optische ontvangeenheid

De optische ontvangeenheid is modulair opgebouwd met BK-modulen die naar keuze in een 6- of 12-voudige basisbehuizing of op een 10-voudige 19"- moduuldrager kunnen worden gemonteerd.



Optische ontvanger (breedband redundant)

De optische ontvangeenheid omvat een tweetal optische ontvangers type SEO 686 voor de hoofd- en de reserveroute. De ontvanger in de hoofdroute stuurt direct de schakelaar type SMU 219 aan indien hetingangssignaal wegvalt of buiten vooraf ingestelde toleranties valt. Hierdoor wordt een grote mate van bedrijfszekerheid bereikt omdat niet alleen vezelredundantie maar ook apparatuurredundantie is toegepast. Het uitgangssignaal van de optische ontvanger wordt vervolgens met behulp van de "high-power" boosterversterker type SMZ 951 op het gewenste niveau gebracht. De SEO 686 is de optische ontvanger voor het analoog enkelvezel optisch transmissiesysteem voor HFC-netwerken met een bandbreedte van 47 MHz tot 862 MHz.

### 4.1 Functionaliteit optische ontvanger SEO 686

niveau houdt. Bij uitval van het pilotsignaal wordt omgeschakeld naar een vaste versterking zoals die bij het inregelen is ingesteld. Deze instelling wordt in de inregelvoorschriften beschreven.

Aan de voorzijde van de ontvanger worden met behulp van 3 LED's de verschillende bedrijfstoestanden zichtbaar gemaakt. Deze meldingen worden ook via 3 open collectoruitgangen op de 9-polige sub-D bus aan de onderzijde beschikbaar gesteld voor het netwerk management systeem.

Een rode LED gaat branden als het pilotsignaal wegvalt, waarbij er tevens een alarmmelding wordt gegenereerd. De groene LED geeft aan dat het optischingangssignaal aanwezig is en dooft als dit signaal kleiner wordt dan -18 dBm. Tevens wordt er dan een alarm gegenereerd en wordt het LSS geactiveerd (indien aanwezig) waardoor de laser in de betreffende optische zender naar een laag vermogen (Laserklasse 1) wordt teruggeschakeld. Dit stuursignaal is aanwezig op pin 1 van de 5-polige mini-DIN-stekker aan de voorzijde. De oranje LED gaat branden als het optischingangsniveau meer dan + of - 1,5 dB afwijkt van het niveau dat tijdens de inregeling is ingesteld. Tevens wordt er een alarmmelding gegenereerd.

# BK 600

## Optisch Transmissie Systeem 1550 nm

De ontvanger beschikt over een ontkoppelde HF-meetuitgang (IEC) die bij geen gebruik niet hoeft te worden afgesloten. Er is een meetuitgang (1 mm testbussen) aanwezig ten behoeve van een equivalente meting van de ontvangen lichtsterkte met een spanningsmeter. De lichtsterkte kan worden gemeten in volts, met een gevoeligheid van 1 V/mW. De vezel met het optische signaal wordt middels een optische stecker op de ontvanger aangesloten.

Alle HF-aansluitingen zijn uitgevoerd met IEC-connectoren aan de voorzijde.

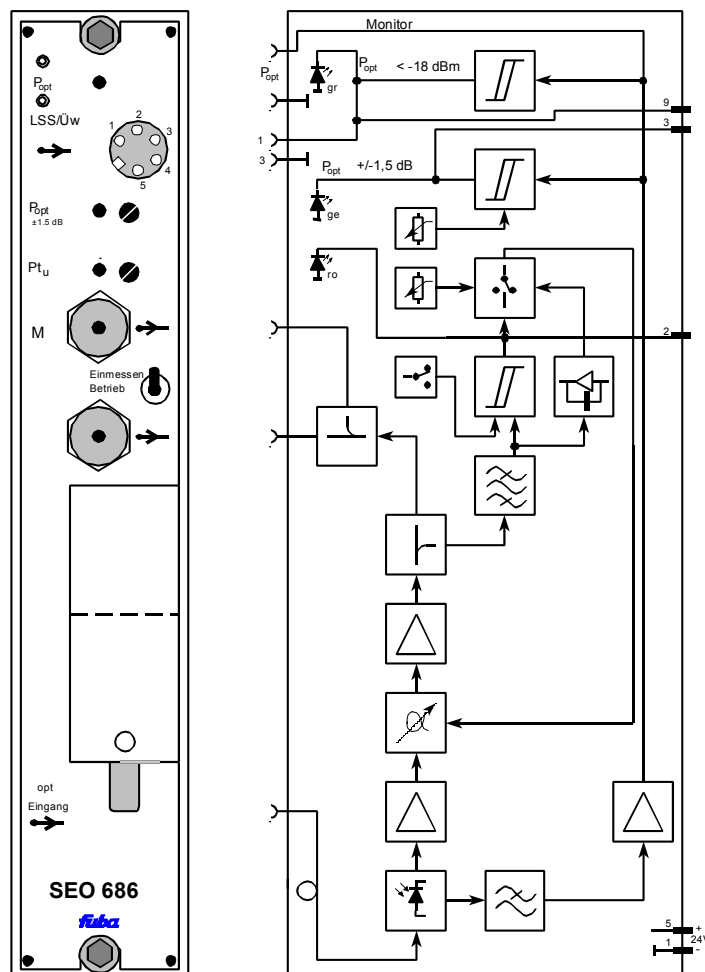
A-alarm:

- 1. Uitval van de piloot**  
**Rode LED aan, alarmering via mini-DIN**
- 2. Totaaluitval van het optisch ingangssignaal**  
**Groene LED uit, alarmering via mini-DIN**  
**Rode LED aan**  
**Gele LED aan**  
**De laserbeveiligingsschakeling wordt geactiveerd.**

B-alarm:

- 1. Afwijking optisch ingangsniveau groter dan + of - 1,5 dB**  
**Oranje LED aan, alarmering via mini-DIN.**  
**Groene LED aan**

Blokschema van de optische ontvanger:







### 5.3 SVO 692, optische versterker

De optische versterker met 2 uitgangen wordt als naversterker in het optische zendstation ingezet. De optische versterker is een "ytterbium-erbium-doped" vezel versterker (EDFA) die geschikt is voor de versterking van analoog gemoduleerde, optische signalen. De emissie van fotonen in de actieve vezel wordt gestimuleerd door een geschikte pomp-golflengte (1064 nm).

#### Beschrijving: zie datablad

##### Technische specificaties:

Optische golflengte	=	1555 nm
Golflengte variatie	=	±10 nm
Optisch uitgangsniveau, typ	=	2 * 16.5 dBm
worst case	=	2 * 16 dBm
Ingangsniveau, gemiddeld	=	0 dBm .. 8 dBm
grenswaarden	=	-5 dBm .. +13 dBm
Optische reflectiedemping	=	- 50 dB
Optische connector	=	Diamond, E 2000
Frequentiebereik	=	geen grenzen
C/N, typ	=	56 dB
C/N, worst case	=	56 dB
RIN, typ	=	-152 dBc/Hz
Optisch ruisgetal	=	ca 5 dB, afhankelijk van ingangsniveau
CSO ( CENELEC ), typ	=	80 dBc
worst case	=	75 dBc
CTB ( CENELEC ), typ	=	90 dBc
worst case	=	85 dBc
Operationele temperatuur	=	-10 °C .. +55 °C
Operationele levensduur	=	52 jaar (interne redundantie van de pomp)
MTBF	=	2114 fit
Voedingsspanning	=	24 V DC
Opgenomen vermogen	=	38 Watt bij 24 Volt
Behuizing	=	SM 8000 3-voudig moduul

**5.4 SVO 693, optische versterker**

De optische versterker met 4 uitgangen wordt als naversterker in het optische zendstation ingezet. De optische versterker is een "ytterbium-erbium-doped" vezel versterker (EDFA) die geschikt is voor de versterking van analoog gemoduleerde, optische signalen. De emissie van fotonen in de actieve vezel wordt gestimuleerd door een geschikte pomp-golflengte (1064 nm).

**Beschrijving: zie datablad***Technische specificaties:*

Optische golflengte	=	1555 nm
Golflengte variatie	=	±10 nm
Optisch uitgangsniveau, typ	=	4 * 13 dBm
worst case	=	4 * 12,5 dBm
Ingangsniveau, gemiddeld	=	0 dBm .. 8 dBm
grenswaarden	=	-5 dBm .. +13 dBm
Optische reflectiedemping	=	- 50 dB
Optische connector	=	Diamond, E 2000
Frequentiebereik	=	geen grenzen
C/N, typ	=	56 dB
C/N, worst case	=	56 dB
RIN, typ	=	-152 dBc/Hz
Optisch ruisgetal	=	ca 5 dB, afhankelijk van ingangsniveau
CSO (CENELEC), typ	=	80 dBc
worst case	=	75 dBc
CTB (CENELEC), typ	=	90 dBc
worst case	=	85 dBc
Operationele temperatuur	=	-10 °C .. +55 °C
Operationele levensduur	=	52 jaar (interne redundantie van de pomp)
MTBF	=	2114 fit
Voedingsspanning	=	24 V DC
Opgenomen vermogen	=	38 Watt bij 24 Volt
Behuizing	=	SM 8000 3-voudig moduul

**5.5 SEO 686, optische ontvanger**

De optische ontvanger ontvangt en detecteert de analoog gemoduleerde radio-, TV- en datasignalen die via het glasvezelnet worden getransporteerd.

De ontvanger is voorzien van een interne pilootregeling die zorg draagt voor een constant HF-uitgangsniveau.

**Beschrijving: zie datablad***Technische specificaties:*

Optisch/elektrische omzetter	= PIN-diode
Optische steekverbinding	= E2000 DIAMOND
Optische golflengte	= 1280...1600 nm
Optische reflectiedemping	= >45 dB
Max. optisch ingangsniveau	= +3 dBm (constant) +7 dBm ( $t < 60s$ )
Max. wissellichtvermogen per kanaal	= 57,5 $\mu$ W
Min. wissellichtvermogen per kanaal	= 13 $\mu$ W
Gevoeligheid (bij 1310 nm)	= >0,8 A/W
HF aansluitingen	= IEC, 75 ohm
HF frequentiebereik	= 47 - 862 MHz
Doorlaat karakteristiek	= $\pm 1$ dB
Aanpassing	= 20 dB (47 MHz, -1,5 dB/octaaf)
Nominaal uitgangsniveau	= 87 dB $\mu$ V
Equivalent spectrale ruisstroombichtheid	= <8 pA/ Hz
Meetbus uitgang	= -20 dB, $\pm 0,5$ dB
Meetuitgang voor optisch vermogen	= 1V/mW
Piloot regelfrequentie	= 80,6 MHz (79 - 81 MHz)
Piloot niveau t.o.v. beeldtraaggolven	= 0 tot -4 dB
Piloot onderdrukking naar uitgang	= -4 dB
Niveau stabiliteit van de regeling	= $\pm 0,5$ dB
Optisch vermogen >-18 dBm	= groene LED aan
Pilootafwijking >-6 dB (AGC fout)	= rode LED aan
Afwijking ingestelde optisch niveau $\pm 1,5$ dB	= oranje LED aan
Management-/bewakingsinterface	= conform BK-systeem
Temperatuurbereik	= -15°C .. +55°C
Operationele levensduur	= 19,5 jaar
MTBF	= 1985 fit
Voedingsspanning	= 24V DC $\pm 2\%$
Stroomopname	= 750 mA
Behuizing	= SM 8000 moduul

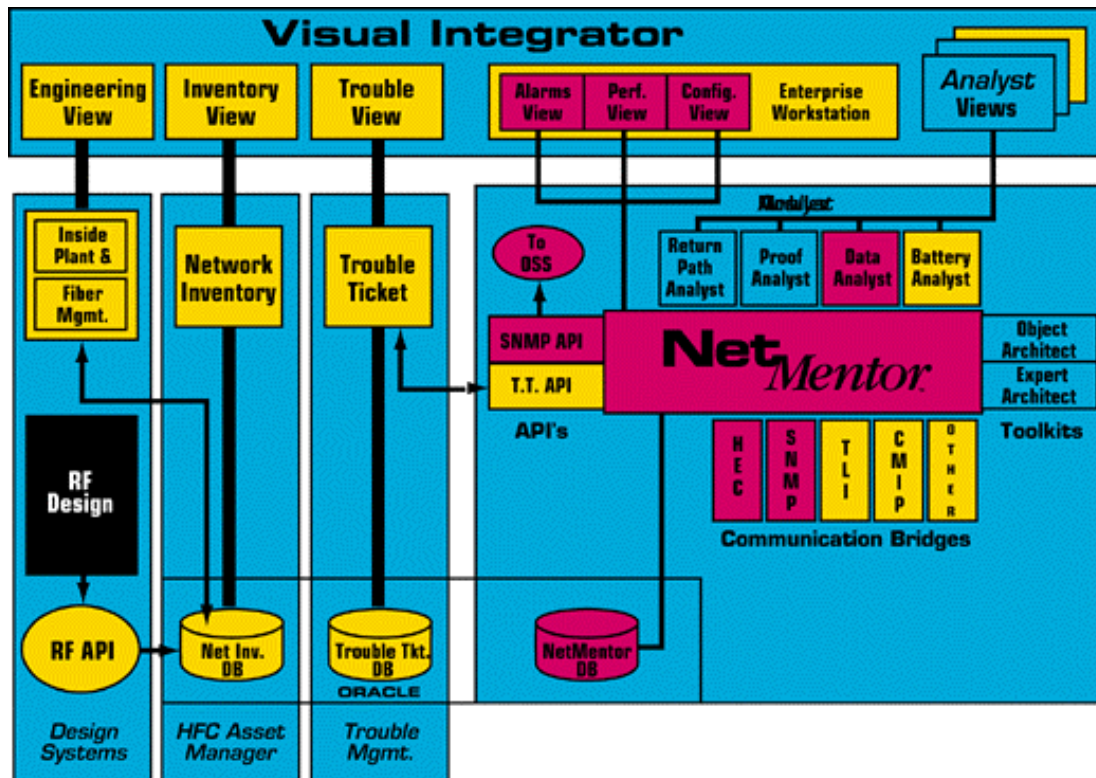
## 6 Netwerkbeheer en onderhoud

Het bewakingsconcept (netwerk-management) is gebaseerd op het concept van de Duitse Telecom voor optische componenten in BK-installaties. Dit betekent dat er in elk actief component in principe steeds 2 alarmen worden gegenereerd, een dringend alarm en een niet-dringend alarm (A- en B-alarm). Deze alarmen worden middels relaiscontacten beschikbaar gesteld en kunnen door een managementsysteem direct verder worden verwerkt. In principe worden alle belangrijke functies, instellingen en stromen gemeten en bewaakt in de optische apparatuur. Een interne microprocessor berekent het te genereren alarm bij afwijkingen en voert tevens eventueel zelf maatregelen door zoals het reduceren van het optisch uitgangsniveau van een laser die te warm is geworden. In de productinformatie worden steeds alle parameters vermeld die ten behoeve van alarmmeldingen worden bewaakt.

Deze wijze van signaleren maakt een uiterst effectief beheer van het netwerk mogelijk, omdat de servicetechnicus niet wordt lastig gevallen met allerlei meet- en instelwaarden die moeten worden gecontroleerd. Elke belangrijke afwijking wordt direct gesignaleerd en afhankelijk van het soort alarm (A of B) dat door het betreffende apparaat is gegenereerd, kan direct dan wel op een later tijdstip worden ingegrepen. Hierdoor worden onnodige fouten en vergissingen voorkomen omdat het apparaat in principe zelf aangeeft hoe ernstig de geconstateerde afwijking is.

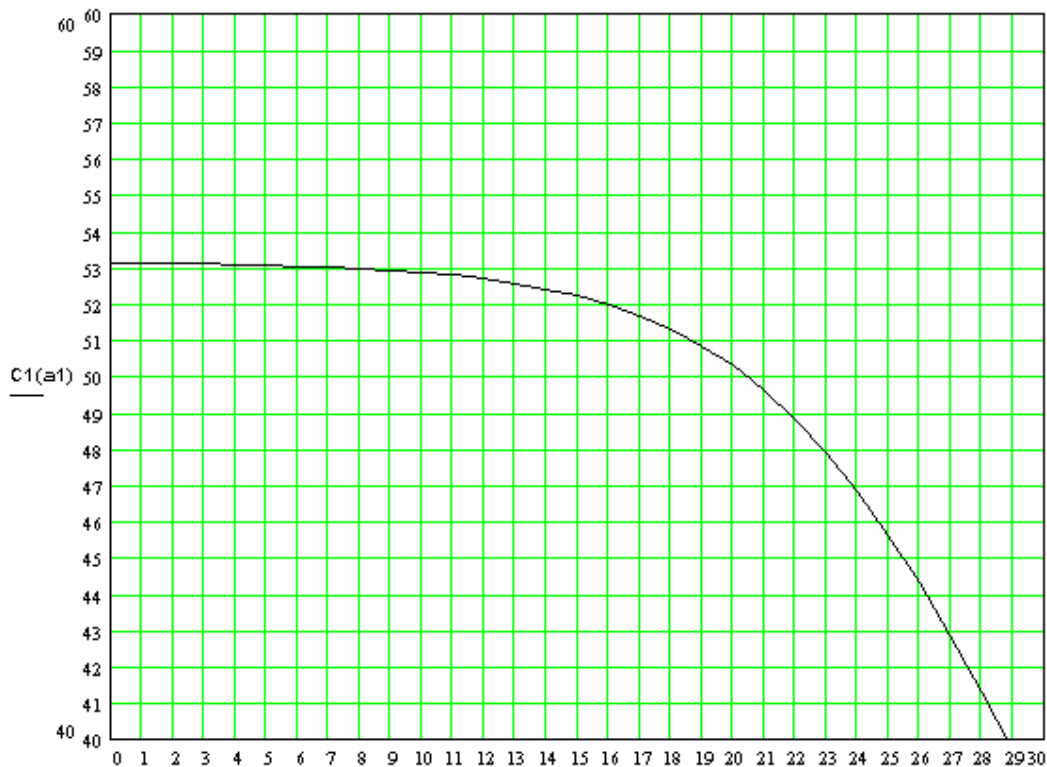
Daarnaast is er een PC-programma beschikbaar waarmee de instellingen van de optische zender kunnen worden geoptimaliseerd voor het toegepaste frequentieraster.

Het Network Management Systeem NetMentor van Cheetah is beschikbaar als geïntegreerde oplossing voor het Fuba concept. Door de open structuur van NetMentor is het ook relatief eenvoudig mogelijk om andere systemen of apparatuur te integreren.



### 7 Optisch budget

#### 7.1 Toepassing 1550 nm: CENELEC-raster, 42 kanalen



*C/N als functie van de optische demping (typische waarden)*

De grafiek toont de C/N van de cascade bestaande uit de voorversterker, de optische zender (standaard uitvoering), de optische versterker en de optische ontvanger. De waarden zijn gebaseerd op een belasting met 42 TV-kanalen conform CENELEC en een modulatie-index van 5%.

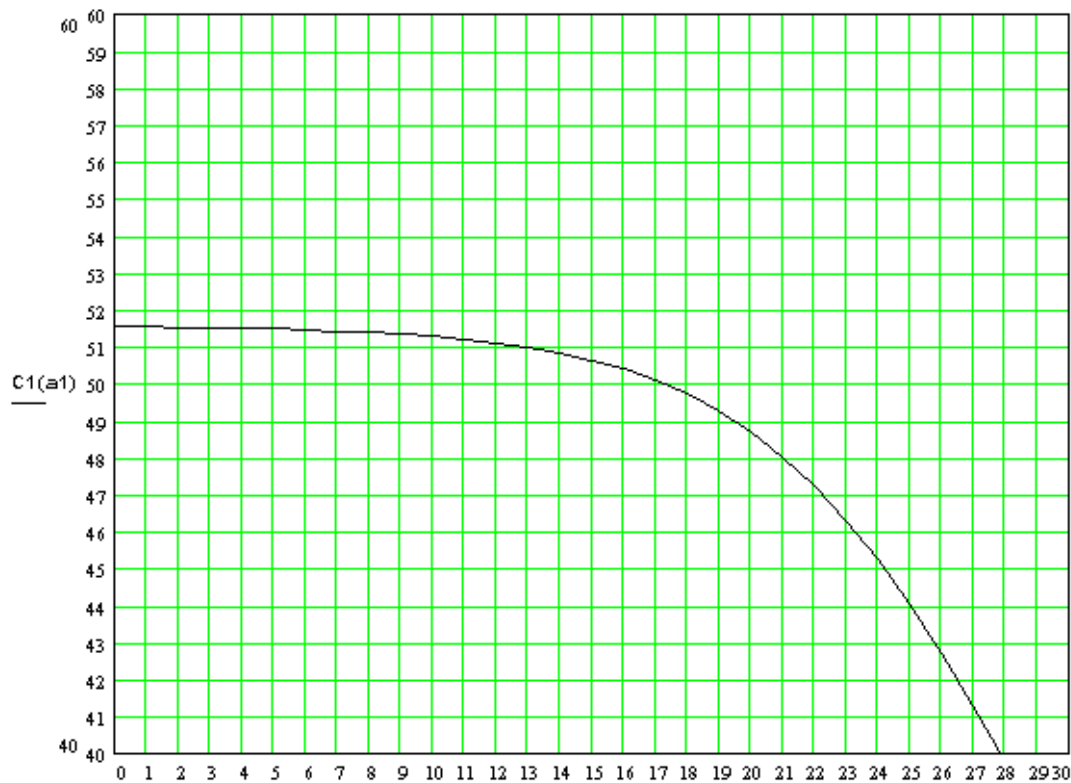
Bij een SRA van 48,5 dB, bedraagt het optisch budget ca. 22,5 dB. Hiervan moet nog de invloed (ca. 0,5 dB) van een lange vezellengte worden afgetrokken.

Uitgaande van een vezeldemping van 0,25 dB/km (incl. lassen), bedraagt de maximaal theoretisch te overbruggen afstand ca. 88 km. De vezel-RIN speelt echter ook nog een belangrijke rol bij grotere afstanden!

*N.B. Het optisch budget wordt mede bepaald door het minimum ingangsniveau (-6 dBm) van de optische ontvanger. Bij een optisch uitgangsniveau van 16,5 dBm mag de optische demping dus niet groter worden dan 22,5 dB.*

### 7.2 Toepassing 1550 nm: regionetwerk

De grafiek toont de C/N van de cascade bestaande uit de voorversterker, de optische zender (standaard uitvoering), de optische versterker en de optische ontvanger. Op basis van de breedbandige transmissie van VHF- en UHF-signalen, is gerekend met een optische modulatie-index van 4,8%.

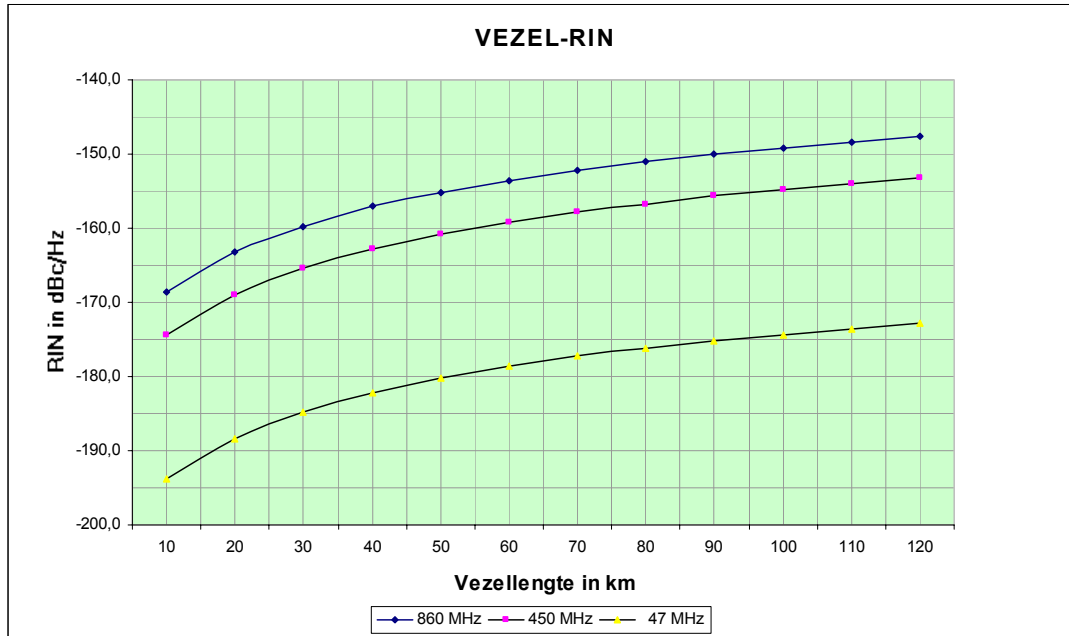


*C/N als functie van de optische demping (typische waarden)*

Bij een SRA van 48,5 dB bedraagt het optisch budget ca. 20,5 dB. Hiervan moet nog de invloed (ca. 0,5 dB) van een lange vezellengte worden afgetrokken. Uitgaande van een maximale vezeldemping van 0,25 dB/km (incl. lassen), bedraagt de theoretisch maximaal te overbruggen afstand ca. 82 km. De vezel-RIN speelt echter ook nog een belangrijke rol bij grotere afstanden!

### 8 Vezel-RIN

In de volgende grafiek wordt de invloed van de vezel op de C/N voor verschillende vezellengtes weergegeven (vezel-RIN).



*Vezel-RIN als functie van de vezel lengte*

Bij lengtes vanaf ca. 50 kilometer heeft de vezel vooral voor de hogere frequenties een grote invloed op de C/N en dient hiermede in de systeemberekening rekening te worden gehouden.