



	<b>DIN EN 62077 (VDE 0885-500)</b>	
	Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	
<p>ICS 33.180.20</p> <p>Einsprüche bis 2010-03-31 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 62077:2002-01</p> <div data-bbox="628 618 1056 705" style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;"><b>Entwurf</b></div> <p><b>Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Lichtwellenleiterzirkulatoren – Fachgrundspezifikation (IEC 86B/2871/CDV:2009); Deutsche Fassung FprEN 62077:2009</b></p> <p>Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic circulators – Generic specification (IEC 86B/2871/CDV:2009); German version FprEN 62077:2009</p> <p><b>Anwendungswarnvermerk</b></p> <p>Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungstermin 2010-01-11 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.</p> <p>Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.</p> <p>Stellungnahmen werden erbeten</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– vorzugsweise als Datei per E-Mail an <b>dke@vde.com</b> in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <b>www.dke.de/stellungnahme</b> abgerufen werden</li><li>– oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.</li></ul> <p>Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.</p> <p style="text-align: right;">Gesamtumfang 45 Seiten</p> <p style="text-align: center;">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p>		

# — Entwurf —

E DIN EN 62077 (VDE 0885-500):2010-01

## Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

## Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 62077:2009 „Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Lichtwellenleiterzirkulatoren – Fachgrundspezifikation“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 86B/2871/CDV:2009 „Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic circulators – Generic specification“ unverändert in den Entwurf FprEN 62077:2009 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 86B „Fibre optic interconnecting devices and passive components“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.7 „LWL-Verbindungstechnik und passive optische Komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 62007:2002-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Erweiterung der Bauart-Klassifizierung;
- b) Hinzufügung Anhang A und B „Beispiele für Technologie und Anwendung“.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

**Tabelle NA.1**

<b>Europäische Norm</b>	<b>Internationale Norm</b>	<b>Deutsche Norm</b>	<b>Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk</b>
EN 60027-1	IEC 60027	DIN EN 60027 (alle Teile)	–
–	IEC 60050(731)	DIN IEC 60050-731	–
–	IEC 60410	–	–
EN 60617	IEC 60617	DIN EN 60617	–
EN 60695-2-2:1994 + A1:1995 (zurückgezogen)  Nachfolger EN 60695-11-5:2005	IEC 60695-2-2 (zurückgezogen)  Nachfolger: IEC 60695-11-5:2004	DIN EN 60695-2-2 (VDE 0471-2-2):1996 (zurückgezogen)  Nachfolger: DIN EN 60695-11-5:2005-11 (VDE 0471-11-5)	VDE 0471-2-2 (zurückgezogen)  Nachfolger: VDE 0471-11-5
EN 60825-1:2007	IEC 60825-1:1998	DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2008	VDE 0837-1
EN 61300-1:2003	IEC 61300-1:1995	DIN EN 61300-1:2004	–
EN 61300-2 (alle Teile)	IEC 61300-2 (alle Teile)	DIN EN 61300-2 (alle Teile)	–
EN 61300-3 (alle Teile)	IEC 61300-3 (alle Teile)	DIN EN 61300-3 (alle Teile)	–
–	IEC 61930	–	–
–	IEC 61282-9	–	–
–	IEC 62538 TS	–	–
–	ISO 129	DIN ISO 129-1:1999 (zurückgezogen)	–
–	ISO 286-1	DIN ISO 286-1:1990	–
–	ISO 370	–	–
EN ISO 1101:2005	ISO 1101:2004	DIN ISO 8601:2006	–
–	ISO 8601:2004	DIN ISO 8601:2006	–

**Nationaler Anhang NB**  
(informativ)

**Literaturhinweise**

DIN EN 60027 (alle Teile), *Formelzeichen für die Elektrotechnik*

DIN IEC 60050-731, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 731: Lichtwellenleiter-Nachrichtentechnik (IEC 60050(731):1991)*

DIN EN 60617-2 (alle Teile), *Graphische Symbole für Schaltpläne*

DIN EN 60695-11-5 (VDE 0471-11-5):2005, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-5: Prüfflammen – Prüfverfahren mit der Nadelflamme – Versuchsaufbau, Vorkehrungen zur Bestätigungsprüfung und Leitfaden (IEC 60695-11-5:2004); Deutsche Fassung EN 60695-11-5:2005*

DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2008-05, *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen (IEC 60825-1:2007); Deutsche Fassung EN 60825-1:2007*

DIN EN 61300-1:2004, *Lichtwellenleiter-Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden (IEC 61300-1:2003); Deutsche Fassung EN 61300-1:2003*

DIN EN 61300-2 (alle Teile), *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren*

DIN EN 61300-3 (alle Teile), *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren*

DIN ISO 286-1:1990-11, *ISO-System für Grenzmaße und Passungen; Grundlagen für Toleranzen, Abmaße und Passungen; Identisch mit ISO 286-1:1988*

DIN EN ISO 1101: 2008, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Geometrische Tolerierung - Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (ISO 1101:2004); Deutsche Fassung EN ISO 1101:2005*

DIN ISO 8601:2006, *Datenelemente und Austauschformate – Informationsaustausch – Darstellung von Datum und Uhrzeit (ISO 8601:2004)*

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich .....	3
2 Normative Verweisungen.....	3
3 Begriffe.....	4
3.1 Allgemeine Begriffe.....	4
3.2 Begriffe zum Bauelement.....	5
3.3 Begriffe zum Betriebsverhalten.....	5
4 Anforderungen .....	7
4.1 Klassifizierung.....	7
4.1.1 Allgemeines .....	7
4.1.2 Bauart .....	8
4.1.3 Bauform .....	8
4.1.4 Ausführung.....	9
4.1.5 Bewertungsstufe .....	9
4.1.6 Erweiterte normative Verweisungen .....	9
4.2 Dokumentation.....	10
4.2.1 Symbole .....	10
4.2.2 Spezifikationssystem .....	10
4.2.3 Zeichnungen .....	12
4.2.4 Prüfungen und Messungen.....	12
4.2.5 Prüfdatenblätter .....	13
4.2.6 Anwendungshinweise .....	13
4.3 Normungssystem .....	13
4.3.1 Normen für Steckgesichter .....	13
4.3.2 Betriebsverhaltensnormen.....	14
4.3.3 Zuverlässigkeitsnormen.....	14
4.3.4 Verknüpfungen.....	15
4.4 Konstruktion und Aufbau.....	16
4.4.1 Werkstoffe.....	16
4.4.2 Bearbeitungsgüte.....	16
4.5 Qualität.....	17
4.6 Betriebsverhalten .....	17
4.7 Identifikation und Kennzeichnung.....	17
4.7.1 Allgemeines .....	17
4.7.2 Ausführungskennnummer.....	17
4.7.3 Bauelementkennzeichnung .....	17
4.7.4 Kennzeichnungen auf der Verpackung .....	17
4.8 Verpackung.....	18

# — Entwurf —

E DIN EN 62077 (VDE 0885-500):2010-01  
FprEN 62077:2009

	Seite
4.9 Lagerungsbedingungen .....	18
4.10 Sicherheit .....	18
Anhang A (informativ) Beispieltechnologie von auf magnetooptischem Effekt basierenden Standard Zirkulatoren.....	19
Anhang B (informativ) Beispielanwendung für einen Zirkulator .....	20
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Normen.....	16
Bild A.1 – Beispiel für einen Zirkulator .....	19
Bild B.1 – Beispiel der Zirkulatoranwendung.....	20
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Beispiel für die typische Klassifizierung eines LWL-Zirkulators .....	7
Tabelle 2 – Die IEC-Spezifikationsstruktur.....	11
Tabelle 3 – Matrix der Normverknüpfungen .....	16

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 62077 gilt für Zirkulatoren, die in der Lichtwellenleitertechnik verwendet werden. Diese besitzen alle folgenden Merkmale:

- sie sind nicht reziproke optische Bauelemente, bei denen jeder Anschluss entweder eine optische Faser oder ein optischer Steckverbinder ist;
- sie sind passive Bauteile nach den Klassifizierungen und Festlegungen in IEC 62538;
- sie besitzen drei oder mehr Anschlüsse für eine richtungsabhängige Übertragung der optischen Leistung.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050(731), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 731: Optical fibre communication*

IEC 60410, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60617 (all parts), *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60695-2-2:1991, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 2: Needle-flame test*

IEC 60825-1:1998, *Safety of laser products – Part 1: Equipment, classification, requirements and user's guide*

IEC 61300-1:1995, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 1: General and guidance*

IEC 61300-2 (all parts): *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2: Tests*

IEC 61300-3 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3: Examinations and measurements*

IEC 61930, *Fibre optic graphic symbology*

IEC 61282-9, *Fibre optic communication system design guides – Part 9: Guidance on polarization mode dispersion measurements and theory*

IEC 62538 TS, *Categorization of optical devices*

ISO 129: *Technical drawings – Dimensioning – General principles, definitions, methods of execution and special indications*

ISO 286-1, *ISO system of limits and fits – Part 1: Bases of tolerances, deviations and fits*

ISO 370, *Toleranced dimensions – Conversion from inches into millimetres and vice versa*

ISO 1101, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – Generalities, definitions, symbols, indication on drawings*

ISO 8601, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der IEC 62007 gelten die in IEC 60050(731) angegebenen und die folgenden Begriffe:

#### 3.1 Allgemeine Begriffe

##### 3.1.1

##### **Anschluss**

Lichtwellenleiter oder LWL-Steckverbinder, der an einem passiven Bauelement für den Eintritt und/oder Austritt der optischen Leistung befestigt ist

##### 3.1.2

##### **Übertragungsmatrix**

die optischen Eigenschaften eines Lichtwellenleiterzirkulators können in Form einer  $n \times n$ -Koeffizientenmatrix festgelegt werden. Dabei ist  $n$  die Anzahl der Anschlüsse, und die Koeffizienten stellen den Anteil der optischen Leistung dar, der zwischen den bezeichneten Anschlüssen übertragen wird

ANMERKUNG Die allgemeine Form der Übertragungsmatrix  $T$  ist:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ & t_{22} & & \\ & & t_{ij} & \\ t_{n1} & t_{n2} & & t_{nn} \end{bmatrix}$$

Dabei ist  $t_{ij}$  das Verhältnis der optischen Leistung  $P_{ij}$ , die aus dem Anschluss  $j$ , bezogen auf die Eingangsleistung  $P_i$ , in den Anschluss  $i$  übertragen wird, d. h.:

$$t_{ij} = P_{ij}/P_i$$

##### 3.1.3

##### **Übertragungskoeffizient**

Element  $t_{ij}$  der Übertragungsmatrix

##### 3.1.4

##### **logarithmische Übertragungsmatrix**

die allgemeine Form der Übertragungsmatrix ist:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ & a_{22} & & \\ & & a_{ij} & \\ a_{n1} & a_{n2} & & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Dabei ist  $a_{ij}$  die Verringerung der optischen Leistung des Anschlusses  $j$  in Dezibel bei einer Einheit der Leistung in den Anschluss  $i$ , d. h.:

$$a_{ij} = -10 \log t_{ij}$$

Dabei ist  $t_{ij}$  der Koeffizient der Übertragungsmatrix

##### 3.1.5

##### **verbundene Anschlüsse**

zwei Anschlüsse  $i$  und  $j$ , zwischen denen der Nennwert von  $t_{ij}$  größer als null ist

##### 3.1.6

##### **isolierte Anschlüsse**

zwei Anschlüsse  $i$  und  $j$ , zwischen denen der Nennwert von  $t_{ij}$  null und von  $a_{ij}$  unendlich ist



### 3.2 Begriffe zum Bauelement

#### 3.2.1

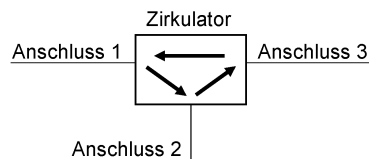
##### Lichtwellenleiterzirkulator

passives Bauelement mit drei oder mehr Anschlüssen, deren Ein- und Ausgänge zyklisch angeordnet sind. Hat ein Zirkulator drei Anschlüsse (1, 2 und 3) wird die optische Leistung von Anschluss 1 zu Anschluss 2, von Anschluss 2 zu Anschluss 3 übertragen

#### 3.2.2

##### vollständiger Zirkulator

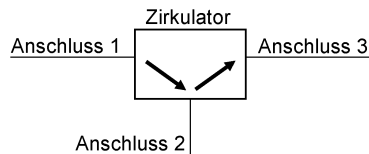
Zirkulator, dessen Anschlüsse alle Ein- und Ausgangsfunktionen haben. Hat ein Zirkulator drei Anschlüsse (1, 2 und 3) wird die optische Leistung von Anschluss 1 zu Anschluss 2, von Anschluss 2 zu Anschluss 3 und von Anschluss 3 zu Anschluss 1 übertragen



#### 3.2.3

##### unvollständiger Zirkulator

Zirkulator, bei dem ein Anschluss entweder Ein- oder Ausgangsfunktion hat. Bei einem Zirkulator mit drei Anschlüssen (1, 2 und 3) wird die optische Leistung von Anschluss 1 zu Anschluss 2, von Anschluss 2 zu Anschluss 3 aber nicht von Anschluss 3 zu Anschluss 1 übertragen



### 3.3 Begriffe zum Betriebsverhalten

#### 3.3.1

##### Einfügedämpfung

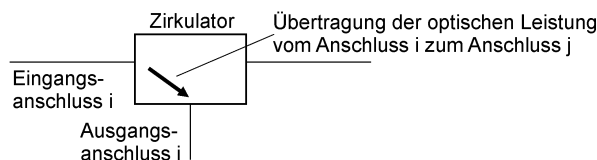
Element  $a_{ij}$  der logarithmischen Übertragungsmatrix eines Eingangsanschlusses  $i$  und Ausgangsanschlusses  $j$ , über die die Übertragung der optischen Leistung erfolgt. Es ist die Abnahme der optischen Leistung zwischen einem Eingangs- und einem Ausgangsanschluss eines passiven Bauelements und wird in Dezibel angegeben. Sie ist definiert als:

$$a_{ij} = -10 \log(P_j / P_i)$$

Dabei ist

$P_i$  die in den Eingangsanschluss eingekoppelte optische Leistung;

$P_j$  die am Ausgangsanschluss empfangene optische Leistung



### 3.3.2

#### Isolation

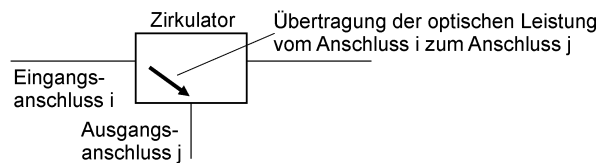
Element  $a_{ij}$  der logarithmischen Übertragungsmatrix eines Ausgangsanschlusses  $j$  und Eingangsanschlusses  $i$ , über die die Übertragung der optischen Leistung entgegengesetzt zur Einfügungsdämpfung erfolgt. Es ist die Abnahme der optischen Leistung zwischen einem Eingangs- und einem Ausgangsanschluss eines passiven Bauelements und wird in Dezibel angegeben. Sie ist definiert als:

$$a_{ij} = -10 \log(P_i / P_j)$$

Dabei ist

$P_i$  die vom Eingangsanschluss empfangene optische Leistung;

$P_j$  die in den Ausgangsanschluss eingekoppelte optische Leistung



### 3.3.3

#### Richtwirkung

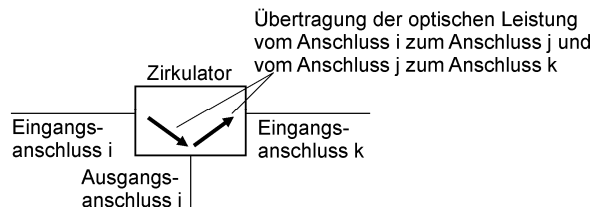
Element  $a_{ik}$  der logarithmischen Übertragungsmatrix eines Anschlusses  $i$  und eines Anschlusses  $k$  zwischen denen keine Übertragung der optischen Leistung erfolgt. Es ist die Abnahme der optischen Leistung zwischen Anschluss  $i$  und Anschluss  $k$  eines passiven Bauelements und wird in Dezibel angegeben. Sie ist definiert als:

$$a_{ik} = -10 \log(P_k / P_i)$$

Dabei ist

$P_i$  die in den Eingangsanschluss eingekoppelte optische Leistung;

$P_k$  die am Ausgangsanschluss empfangene optische Leistung



### 3.3.4

#### polarisationsabhängige Dämpfung

##### PDL

(en: polarization dependent loss)

bei polarisationsunabhängigen LWL-Zirkulatoren die Höchstabweichung der Einfügungsdämpfung für jeden beliebigen Polarisationszustand  $P_j$

### 3.3.5

#### Modendispersion der Polarisation

##### PMD

(en: polarization mode dispersion)

Verzögerung der differentiellen Gruppenlaufzeit (en: differential group delay: DGD) im Durchlassbereich der Wellenlängen (oder Frequenzen) nach IEC TR 61282-9

**3.3.6**

**Betriebswellenlänge**

Nennwellenlänge  $\lambda$ , bei der ein passives Bauelement mit einem festgelegten Betriebsverhalten betrieben werden kann

**3.3.7**

**Betriebswellenlängenbereich**

**Durchlassbereich**

festgelegter Bereich der Wellenlängen von  $\lambda_{i \min}$  bis  $\lambda_{i \max}$  um eine Nennbetriebswellenlänge  $\lambda_i$ , in dem ein passives Bauelement mit einem festgelegten Betriebsverhalten betrieben werden kann

**3.3.8**

**Rückflussdämpfung**

Element  $a_{ij}$  (mit  $i = j$ ) der logarithmischen Übertragungsmatrix. Es ist der Anteil der Eingangsleistung, der vom Eingangsanschluss eines passiven Bauelements zurückgestrahlt wird. Sie ist definiert als:

$$a_{ij} = -10 \log(P_{\text{refl}} / P_i)$$

Dabei ist

$P_i$  = die in den Anschluss  $i$  eingekoppelte optische Leistung;

$P_{\text{refl}}$  = die am gleichen Anschluss  $i$  wieder empfangene optische Leistung.

**4 Anforderungen**

**4.1 Klassifizierung**

**4.1.1 Allgemeines**

LWL-Zirkulatoren werden nach folgenden Kategorien eingeteilt:

- Bauart;
- Bauform;
- Ausführung;
- Bewertungsstufe;
- erweiterte normative Verweisungen.

Ein Beispiel für die typische Klassifizierung eines LWL-Zirkulators ist:

**Tabelle 1 – Beispiel für die typische Klassifizierung eines LWL-Zirkulators**

Bauart:	– Zirkulator mit 3 Anschlüssen – vollständiger Zirkulator – Wellenlängenbereich: 1 310 nm
Bauform:	– Konfiguration B – Steckverbinder-Bauart: FC – Faserart: IEC-Bauart B1.2
Ausführung:	– Befestigungsmittel
Bewertungsstufe:	– .....
erweiterte normative Verweisungen:	– .....

# — Entwurf —

E DIN EN 62077 (VDE 0885-500):2010-01  
FprEN 62077:2009

## 4.1.2 Bauart

LWL-Zirkulatoren werden hauptsächlich nach ihrer Konfiguration in Bauarten eingeteilt:

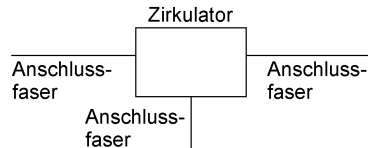
- Anzahl der Anschlüsse;
- Bauart nach Umlauf:
  - vollständiger Zirkulator;
  - unvollständiger Zirkulator;
- nach den Betriebsgrundsätzen:
  - Konstruktionen auf der Basis des magnetooptischen Faraday-Effekts;
  - Konstruktionen auf der Basis des Cotton-Mouton-Effekts und des Kerr-Effekts;
- nach der Betriebswellenlänge:
  - Zirkulatoren für kurze Wellenlängen (z. B. 630 nm);
  - Zirkulatoren für lange Wellenlängen (z. B. 1 310 nm, 1 550 nm);
  - Zirkulatoren für andere Wellenlängen.

## 4.1.3 Bauform

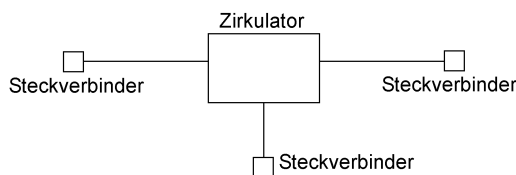
LWL-Zirkulatoren können in bauf ormbezogene Klassen nach Faserbauart(en), Steckverbinderbauart(en), Kabelbauart(en), Gehäuseform und -maße und Konfiguration eingeteilt werden.

Die Bauformen der Zirkulatoranschlüsse werden folgendermaßen eingeteilt:

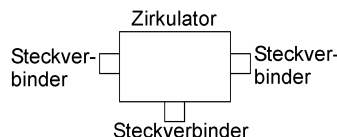
Bauform A – Ein Bauteil, das integrierte LWL-Anschlussfasern ohne Steckverbinder enthält:



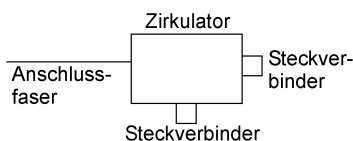
Bauform B – Ein Bauteil, das integrierte LWL-Anschlussfasern mit einem Steckverbinder an jeder Anschluss-faser enthält:



Bauform C – Ein Bauteil, das LWL-Steckverbinder als einen integralen Bestandteil des Bauelemente-gehäuses enthält.



Bauform D – Ein Bauteil, das eine beliebige Kombination der Steckgesichtermerkmale der bereits genannten Bauformen enthält, zum Beispiel:



#### 4.1.4 Ausführung

Die Ausführung eines LWL-Zirkulators kennzeichnet die Merkmale baulich ähnlicher Bauelemente. Merkmale, die eine Ausführung festlegen, sind beispielsweise, jedoch nicht ausschließlich, folgende Punkte:

- Position und Ausrichtung der Anschlüsse am Gehäuse;
- Befestigungsmittel.

#### 4.1.5 Bewertungsstufe

Die Bewertungsstufe gibt die Prüfungsstufen und die annehmbare Qualitätsgrenzlage (en: acceptable quality level: AQL) der Gruppen A und B sowie die Wiederholungszeiträume für Prüfungen der Gruppen C und D an. Die maßgeblichen Spezifikationen müssen eine oder mehrere Bewertungsstufen festlegen, die jeweils mit einem Großbuchstaben bezeichnet werden.

Folgende Stufen sind bevorzugt anzuwenden:

Bewertungsstufe A:

- Prüfung Gruppe A: Prüfungsstufe II, AQL = 4 %
- Prüfung Gruppe B: Prüfungsstufe II, AQL = 4 %
- Prüfung Gruppe C: 24 Monate
- Prüfung Gruppe D: 48 Monate

Bewertungsstufe B:

- Prüfung Gruppe A: Prüfungsstufe II, AQL = 1 %
- Prüfung Gruppe B: Prüfungsstufe II, AQL = 1 %
- Prüfung Gruppe C: 18 Monate
- Prüfung Gruppe D: 36 Monate

Bewertungsstufe C:

- Prüfung Gruppe A: Prüfungsstufe II, AQL = 0,4 %
- Prüfung Gruppe B: Prüfungsstufe II, AQL = 0,4 %
- Prüfung Gruppe C: 12 Monate
- Prüfung Gruppe D: 24 Monate

In der maßgeblichen Spezifikation darf eine zusätzliche Bewertungsstufe angegeben werden. Diese muss mit dem Großbuchstaben X bezeichnet werden.

#### 4.1.6 Erweiterte normative Verweisungen

Erweiterte normative Verweisungen werden verwendet, um unabhängige Normen oder sonstige Referenzdokumente in den maßgeblichen Spezifikationen anzugeben.

Wenn keine Ausnahme festgelegt ist, sind die mit der Erweiterung zusätzlich aufgestellten Anforderungen verbindlich. Ihre Anwendung dient vor allem zur Bildung von Hybrideinrichtungen aus den zugehörigen Bauelementen oder zur Einbindung zugehöriger Anforderungen für funktionelle Anwendungen, die technisches Fachwissen aus anderen Gebieten als der Lichtwellenleitertechnik erfordern.

Einige LWL-Zirkulatorkonfigurationen erfordern besondere Qualifizierungsanforderungen, die nicht allgemein gelten dürfen. Dies betrifft die Konstruktion einzelner Bauelemente, spezialisierte Betriebswerkzeuge oder besondere Anwendungsverfahren. In diesem Fall sind Anforderungen notwendig, mit denen gleich bleibendes Betriebsverhalten bzw. angemessene Sicherheit sichergestellt werden und die einen zusätzlichen Leitfaden für die vollständige Produktspezifikation bieten. Diese Erweiterungen sind immer dann verbindlich, wenn sie für das Vorbereiten, Zusammenfügen oder Installieren eines LWL-Spleißes entweder für den Feldeinsatz oder zur Vorbereitung von Prüflingen für Qualifikationsprüfungen angewendet werden. Die entsprechende Spezifikation muss sämtliche Festlegungen eindeutig aufzeigen. Konstruktions- und bauartabhängige Erweiterungen dürfen jedoch nicht allgemein gelten.

Im Falle entgegenstehender Anforderungen muss die Rangordnung absteigend wie folgt sein: Fachgrundspezifikation vor verbindlicher Erweiterung, vor Einzelbestimmung, vor Bauartspezifikation, vor anwendungsspezifischer Erweiterung.

Beispiele für normative Erweiterungen bei LWL-Steckverbindern sind:

- die Anwendung von IEC 61754-4 und IEC 61754-2 zur teilweisen Erstellung einer zukünftigen IEC 60874 für einen Duplex-Hybridsteckverbinderadapter der Bauart „SC/BFOC/2,5“;
- die Anwendung von IEC 61754-13 und IEC 60869-1-1 zur teilweisen Erstellung einer zukünftigen IEC 60874 für einen integrierten voreingestellten gedämpften LWL-Steckverbinder der Bauart „FC“;
- die Anwendung von IEC 61754-2 und IEC 61073-4 zur teilweisen Erstellung einer zukünftigen IEC 60874 für eine Duplex-Buchse „BFOC/2,5“ mit integrierten mechanischen Spleißen.

Weitere Beispiele für normative Erweiterungen sind:

- Anwendungen in Geschäfts- und Wohngebäuden können eine direkte Verweisung auf spezifische Sicherheitsbestimmungen und -vorschriften erforderlich machen oder für spezielle Standorte weitere besondere Anforderungen an den Werkstoff hinsichtlich Brennbarkeit und Toxizität enthalten.
- Spezialisierte Betriebswerkzeuge können eine Erweiterung zur Festlegung besonderer Anforderungen an den Augenschutz, für die Gefährdung durch elektrischen Schlag und die Vermeidung von Verbrennungsgefährdungen oder Isolationsverfahren erforderlich machen, um eine mögliche Entzündung brennbarer Gase zu verhindern.

## **4.2 Dokumentation**

### **4.2.1 Symbole**

Graphische Symbole und Buchstabensymbole sind möglichst den Reihen IEC 60027, IEC 60617 und IEC 61930 zu entnehmen.

### **4.2.2 Spezifikationssystem**

#### **4.2.2.1 Allgemeines**

Diese Spezifikation ist Teil eines dreistufigen IEC-Spezifikationssystems. Untergeordnete Spezifikationen müssen aus Einzelbestimmungen und den entsprechenden Spezifikationen bestehen. Dieses System ist in Tabelle 1<sup>N1)</sup> dargestellt. Für LWL-Zirkulatoren gibt es keine Rahmenspezifikationen.

---

<sup>N1)</sup> Gemeint ist hier Tabelle 2.

**Tabelle 2 – Die IEC-Spezifikationsstruktur**

Spezifikationsstufe	Beispiele für aufzunehmende Angaben	Anwendbar auf
Grundspezifikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Regeln des Bewertungssystems</li> <li>– Prüfregeln</li> <li>– Optische Messverfahren</li> <li>– Umweltprüfverfahren</li> <li>– Stichprobenpläne</li> <li>– Identifikationsregeln</li> <li>– Kennzeichnungsnormen</li> <li>– Maßnormen</li> <li>– Terminologienormen</li> <li>– Symbolnormen</li> <li>– Vorzugszahlenreihe</li> <li>– SI-Einheiten</li> </ul>	Zwei oder mehr Bauelementfamilien oder -unterfamilien
Fachgrundspezifikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Besondere Terminologie</li> <li>– Besondere Symbole</li> <li>– Besondere Einheiten</li> <li>– Vorzugswerte</li> <li>– Kennzeichnung</li> <li>– Qualitätsbewertungsverfahren</li> <li>– Auswahl von Prüfungen</li> <li>– Bauartanerkennungsverfahren</li> <li>– Befähigungsanerkennungsverfahren</li> </ul>	Bauelementfamilie
Einzelbestimmung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prüfplan zum Nachweis der Qualitätskonformität</li> <li>– Kontrollanforderungen</li> <li>– Gemeinsame Angaben für eine Reihe von Bauarten</li> </ul>	Bauart- und/oder Bauformgruppen mit gemeinsamen Prüfplänen
Bauartspezifikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einzelwerte</li> <li>– Besondere Angaben</li> <li>– Vollständige Prüfpläne zum Nachweis der Qualitätskonformität</li> </ul>	Einzelne Bauart(en)

#### 4.2.2.2 Einzelbestimmung

Einzelbestimmungen sind für sich keine eigenständige Spezifikationsstufe. Sie sind mit der Fachgrundspezifikation verknüpft.

Jede Einzelbestimmung muss Folgendes enthalten:

- den vorgeschriebenen Mindest-Prüfplan und die Anforderungen an das Betriebsverhalten;
- eine oder mehrere Bewertungsstufe(n);
- das bevorzugte Format für die Angabe der geforderten Informationen in der Einzelbestimmung;
- bei Hybridbauelementen, einschließlich Steckverbindern, zusätzlich die entsprechenden Eingabefelder zur Angabe der normativen Verweisung, des Normtitels und des Datums der Veröffentlichung.

Ein bestimmter LWL-Zirkulator wird mit einer entsprechenden Einzelbestimmung beschrieben, die durch Ausfüllen der Leerfelder der Einzelbestimmung erstellt wird. Mit den Einschränkungen, die in dieser Fachgrundspezifikation angegeben sind, darf der Vordruck für die Einzelbestimmung von jedem nationalen Komitee der IEC ausgefüllt werden, wodurch eine bestimmte LWL-Zirkulatorkonstruktion als offizielle IEC-Norm festgelegt wird.

Einzelbestimmungen müssen, soweit anwendbar, Folgendes festlegen:

- Bauart (siehe 4.1.1<sup>N2)</sup>);
- Bauform (siehe 4.1.2);
- Ausführung(en) (siehe 4.1.3);
- Bewertungsstufe (siehe 4.1.4);
- Teile-Identifikationsnummer für jede Ausführung (siehe 4.7.1);
- Zeichnungen, erforderliche Maße (siehe 4.2.3);
- Prüfzeiträume der Qualitätsbewertung (siehe 4.1.4);
- Anforderungen an das Betriebsverhalten (siehe 4.6).

### 4.2.3 Zeichnungen

#### 4.2.3.1 Allgemeines

Die in den Einzelbestimmungen enthaltenen Zeichnungen und Maße dürfen weder Konstruktionseinzelheiten vernachlässigen noch als Herstellungszeichnungen verwendet werden.

#### 4.2.3.2 Darstellungssystem

In den durch diese Spezifikation abgedeckten Dokumenten muss entweder die Projektionsmethode 1 (europäische) oder die Projektionsmethode 3 (amerikanische) Darstellungsart angewendet werden. Für sämtliche Zeichnungen in einem Dokument muss die gleiche Projektionsmethode angewendet werden, und es muss angegeben werden, welches System benutzt wurde.

#### 4.2.3.3 Maßsystem

Sämtliche Maße müssen nach ISO 129, ISO 286-1 und ISO 1101 angegeben werden.

In allen Spezifikationen muss das metrische System angewendet werden.

Maße dürfen nicht mehr als fünf signifikante Stellen haben.

Die Umrechnung zwischen den Einheitensystemen muss genau erfolgen. Wenn Einheiten umgerechnet werden, muss jeder entsprechenden Spezifikation eine Anmerkung hinzugefügt werden.

### 4.2.4 Prüfungen und Messungen

#### 4.2.4.1 Prüf- und Messverfahren

Prüf- und Messverfahren für optische, mechanische, klimatische und Umweltmerkmale von LWL-Zirkulatoren müssen vorzugsweise nach der Normenreihe IEC 61300 festgelegt und aus diesen Normen gewählt werden.

Für Maße, die mit einer Gesamttoleranz von höchstens 0,01 mm angegeben werden, muss das anzuwendende Größenmessverfahren in der Einzelbestimmung festgelegt werden.

#### 4.2.4.2 Referenzbauelemente

Referenzbauelemente für Messzwecke müssen, wenn sie gefordert sind, in der Einzelbestimmung festgelegt werden.

---

<sup>N2)</sup> Die Verweise sind wie folgt: Bauart 4.1.2; Bauform 4.1.3; Ausführung 4.1.4; Bewertungsstufe 4.1.5; Teile-Identifikationsnummer 4.7.2; Prüfzeiträume 4.1.5.



### 2.2.4.3 Lehren

Lehren müssen, wenn sie gefordert sind, in der Einzelbestimmung festgelegt werden.

### 4.2.5 Prüfdatenblätter

Für sämtliche in der Einzelbestimmung geforderten Prüfungen müssen Prüfdatenblätter erarbeitet werden. Die Datenblätter müssen im Bericht über die Bauartanerkennung und im Bericht über periodische Prüfungen enthalten sein.

Datenblätter müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung und Datum der Prüfung;
- Beschreibung des Prüflings, einschließlich Fasertyps, Steckverbindertyps oder anderen Kopplungsbauelementen. Die Beschreibung muss auch die Ausführungskennnummer enthalten (siehe 2.7.1<sup>N3</sup>);
- verwendete Prüfeinrichtung und Datum ihrer letzten Kalibrierung;
- sämtliche anwendbaren Prüfeinheiten;
- sämtliche Messwerte und Beobachtungen;
- eine ausreichend detaillierte Dokumentation zur Bereitstellung rückverfolgbarer Angaben für die Fehleranalyse.

### 4.2.6 Anwendungshinweise

Anwendungshinweise müssen, wenn gefordert, vom Hersteller gegeben werden und bestehen aus:

- Einbau- und Anschlusshinweise;
- Reinigungsverfahren;
- Sicherheitsaspekten;
- zusätzlichen Angaben, falls erforderlich.

## 4.3 Normungssystem

### 4.3.1 Normen für Steckgesichter

Normen für Steckgesichter stellen Herstellern und Anwendern alle Informationen zur Verfügung, die diese benötigen, um ein Produkt herzustellen oder anzuwenden, das den physikalischen Merkmalen dieses genormten Steckgesichts entspricht. Normen für Steckgesichter legen fest und bemessen vollständig die Merkmale, die für das Stecken und Ziehen von LWL-Steckverbindern und anderen Bauelementen wesentlich sind. Sie dienen auch dazu, die optische Bezugsmessfläche, soweit festgelegt, im Verhältnis zu anderen Bezugsmessflächen anzuordnen.

Normen für Steckgesichter stellen sicher, dass Steckverbinder und Kupplungen, die der Norm entsprechen, zusammenpassen. Die Normen können auch Toleranzstufen für Ferrulen und Ausrichtungseinrichtungen enthalten. Toleranzstufen werden benutzt, um verschiedene Stufen der Ausrichtungsgenauigkeit festzulegen.

Die Steckgesichter-Maße können auch dazu benutzt werden, andere Bauteile zu bemessen, die mit den Steckverbindern zusammenpassen. Eine Fassung für ein aktives Bauteil kann zum Beispiel unter Anwendung der Maße des Kupplungs-Steckgesichts bemessen werden. Die Anwendung dieser Maße zusammen mit denen des genormten Steckers bietet dem Konstrukteur die Sicherheit, dass die genormten Stecker in die Fassung des LWL-Bauteils passen. Die Steckgesichtermaße geben auch die Lage der optischen Bezugsmessfläche des Steckers vor.

Die Maße des genormten Steckgesichts allein stellen nicht das optische Betriebsverhalten sicher. Sie stellen sicher, dass der Steckverbinder mit einer festgelegten Passung zusammenpasst.

---

<sup>N3</sup>) Gemeint ist 4.7.2.

Das optische Betriebsverhalten wird gegenwärtig durch die Herstellungsspezifikation sichergestellt. Produkte mit derselben oder unterschiedlichen Herstellungsspezifikationen, für die dieselbe Norm für Steckgesichter gilt, passen stets zusammen. Eine Garantie auf das Betriebsverhalten gibt jedoch ein einzelner Hersteller nur für Produkte, die nach derselben Herstellungsspezifikation geliefert werden. Es kann jedoch durchaus erwartet werden, dass eine gewisse Stufe des Betriebsverhaltens erreicht wird, wenn Produkte nach unterschiedlichen Herstellungsspezifikationen gesteckt werden, obwohl die Stufe des Betriebsverhaltens nicht besser sein kann als das schlechteste festgelegte Betriebsverhalten.

#### 4.3.2 Betriebsverhaltensnormen

Betriebsverhaltensnormen enthalten eine Reihe von Prüfungen und Messungen (die abhängig von den Anforderungen dieser Norm in einen festgelegten Prüfplan integriert werden oder nicht) mit eindeutig festgelegten Bedingungen, Schärfegraden und Kriterien für das Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung. Die Prüfungen werden auf einer Ausreißer-Basis durchgeführt, um nachzuprüfen, ob ein Produkt in der Lage ist, die Anforderungen der Betriebsverhaltensnormen zu erfüllen. Jede Betriebsverhaltensnorm wendet entsprechend den Anforderungen eines Marktbereiches, einer Anwendergruppe oder eines Systemstandortes unterschiedliche Prüfverfahren und/oder verschiedene Schärfegrade (und/oder Gruppeneinstufungen) an.

Ein Produkt, für das nachgewiesen wurde, dass es sämtliche Anforderungen einer Betriebsverhaltensnorm erfüllt, kann als die Betriebsverhaltensnorm erfüllend bezeichnet werden, sollte dann aber weiter nach einem Qualitätssicherungs-/Qualitätskonformitätsprogramm überprüft werden.

Eine Schlüsselstellung in den Betriebsverhaltensnormen nimmt die Auswahl der Prüfungen und Schärfegrade aus den Prüf- und Messnormen ein, wobei eine davon (besonders im Hinblick auf Dämpfung und Rückflussdämpfung) in Verbindung mit den Normen für Steckgesichter für die Kompatibilität zwischen Produkten angewendet wird. Damit wird für jedes einzelne Produkt die Konformität zu dieser Norm sichergestellt.

#### 4.3.3 Zuverlässigkeitsnormen

Zuverlässigkeitsnormen sollen sicherstellen, dass ein Bauelement unter den angegebenen Bedingungen für eine angegebene Dauer die Festlegungen für das Betriebsverhalten erfüllt.

In jeder Norm muss für jede Bauelementbauart Folgendes festgelegt sein (und in der Norm erscheinen):

- Ausfallarten (zu beobachtende allgemeine mechanische oder optische Auswirkungen eines Ausfalls);
- Ausfallmechanismen (allgemeine Ursachen für einen Ausfall, bei mehreren Bauelementen auftretend);
- Ausfallauswirkungen (genaue Ursachen für einen Ausfall, bauelementspezifisch).

Sie beziehen sich alle auf Umwelt- und Werkstoffaspekte.

Am Anfang, gleich nach der Bauelementherstellung, gibt es eine „Frühausfallphase“, in der viele Bauelemente bereits ausfallen würden, wenn sie vor Ort eingesetzt worden wären. Um diesen frühen Ausfall vor Ort zu vermeiden, dürfen alle Bauelemente in der Fertigung einem Sortierverfahren unterzogen werden, das umweltbedingte Beanspruchungen wie mechanische Beanspruchung, Wärme- und Feuchtebeanspruchung umfasst. Dabei werden bekannte Ausfallmechanismen in einer kontrollierten Umgebung herbeigeführt, damit sie früher auftreten, als dies üblicherweise in der unkontrollierten Umgebung der Fall wäre. Für diejenigen Bauelemente, die diese Prüfungen bestehen (und dann verkauft werden), besteht eine geringere Ausfallrate, da die Ausfallmechanismen beseitigt wurden.

Die Sortierprüfung ist ein wahlfreier Teil des Herstellungsprozesses und kein Prüfverfahren. Sie hat keinen Einfluss auf die „Nutzlebensdauer“ eines Bauelements, die als der Zeitabschnitt definiert wird, in der die Anforderungen entsprechend Spezifikation erfüllt werden.

Später treten andere Ausfallmechanismen auf, und die Ausfallrate steigt nach einer festgelegten Schwelle an. An diesem Punkt endet die Nutzlebensdauer und es beginnt die „Spätausfallphase“, in der das Bauelement ersetzt werden muss.

Eine Prüfung der Leistungsfähigkeit an einer stichprobenartig entnommenen Gesamtheit von Bauelementen zu Beginn der Nutzlebensdauer darf vom Lieferanten, vom Hersteller oder von Dritten durchgeführt werden. Damit soll sichergestellt werden, dass das Bauelement zu diesem Anfangszeitpunkt die Leistungsanforderungen für den Bereich der vorgesehenen Umgebungen erfüllt. Zuverlässigkeitsprüfungen werden auch durchgeführt, um sicherzustellen, dass das Bauelement die Leistungsanforderungen zumindest für eine festgelegte Mindestnutzlebensdauer oder eine festgelegte Höchstausfallrate erfüllt. Diese Prüfungen werden im Allgemeinen unter Anwendung der Funktionsprüfung ausgeführt, jedoch mit einer längeren Dauer und einer höheren Prüfschärfe, um die Ausfallmechanismen zu beschleunigen.

Eine Zuverlässigkeitstheorie verknüpft die Zuverlässigkeitsprüfung der Bauelemente mit den Bauelementparametern und der Lebensdauer oder der Ausfallrate, die zu prüfen sind. Die Theorie extrapoliert dann diese Werte auf die Lebensdauer oder die Ausfallrate unter weniger beanspruchenden Betriebsbedingungen. Die Zuverlässigkeitsanforderungen umfassen Werte der Bauelementparameter, die notwendig sind, um die festgelegte Mindestlebensdauer oder die festgelegte Höchstausfallrate bei Betrieb sicherstellen zu können.

#### 4.3.4 Verknüpfungen

Die gegenwärtig in Bearbeitung befindlichen Normen sind in Bild 1 angegeben. Eine große Anzahl der Normen für Prüfungen und Messungen liegen bereits vor. Weiterhin gelten für die Qualitätssicherung schon seit vielen Jahren Normen der Bauartanerkennung, die unter der Bezeichnung IECQ anerkannt sind. Wie schon erwähnt, wurden auch unter der Bezeichnung „Befähigungsanerkennung“ und „Technikanerkennung“ andere und alternative Verfahren der Qualitätssicherung/Qualitätskonformität entwickelt, die in IEC QC 001001, IEC QC 001002-3 und im IEC-Leitfaden 102 behandelt werden.

Wenn Normen für Steckgesichter, Betriebsverhaltensnormen und Zuverlässigkeitsnormen vorhanden sind, zeigt die in Tabelle 3 angegebene Matrix in Bezug auf diese drei Normen einige andere Möglichkeiten, die für die Produktnormung zur Verfügung stehen.

Produkt A ist ein vollständig nach IEC genormtes Produkt, das ein genormtes Steckgesicht besitzt und festgelegte Betriebsverhaltensnormen und Zuverlässigkeitsnormen erfüllt.

Produkt B ist ein Produkt mit einem herstellereigenen Steckgesicht, das aber die Anforderungen einer IEC-Norm für das Betriebsverhalten und einer IEC-Zuverlässigkeitsnorm erfüllt.

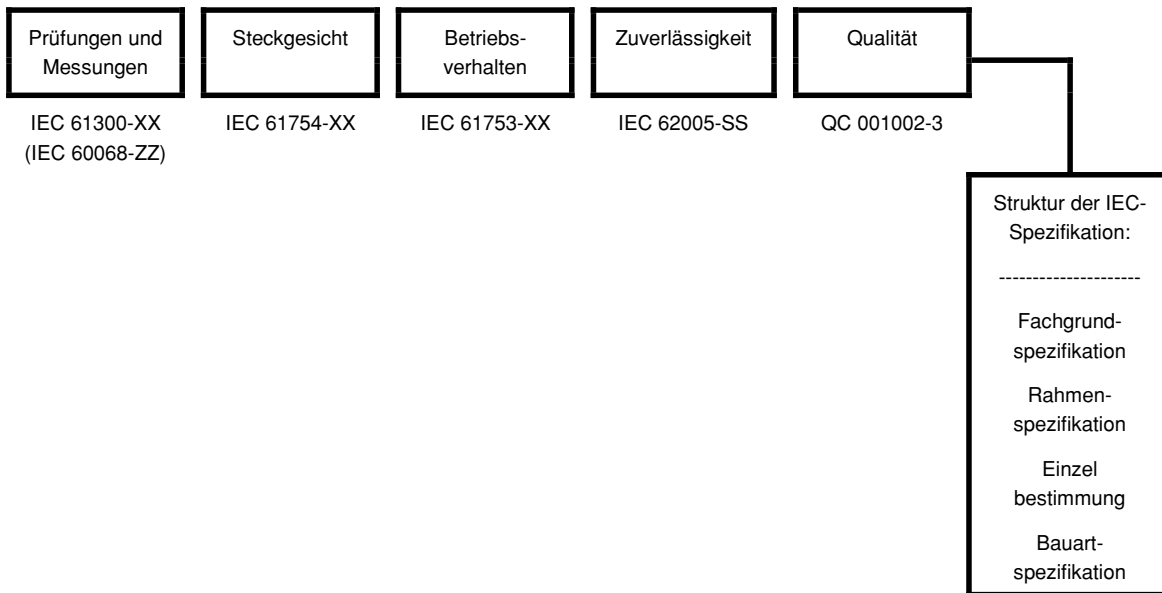
Produkt C ist ein Produkt, dessen Steckgesicht einem genormten IEC-Steckgesicht entspricht, das aber die Anforderungen weder einer IEC-Betriebsverhaltensnorm noch einer IEC-Zuverlässigkeitsnorm erfüllt.

Produkt D ist ein Produkt mit einem genormten IEC-Steckgesicht, das einer IEC-Betriebsverhaltensnorm entspricht, aber keine Zuverlässigkeitsanforderungen erfüllt.

Offensichtlich ist die Matrix komplexer als gezeigt, da es eine Anzahl von Normen für Steckgesichter, Betriebsverhalten und Zuverlässigkeit gibt, die zueinander in Wechselbeziehung stehen. Außerdem dürfen die Produkte alle einem Qualitätssicherungsprogramm unterliegen, das unter dem IEC-Bauartanerkennungssystem, dem IEC-Befähigungsanerkennungssystem, dem IEC-Technikanerkennungssystem (wie Tabelle 4<sup>N4)</sup> darzustellen versucht) oder sogar einem nationalen oder firmeneigenen Qualitätssicherungssystem stehen könnte.

---

<sup>N4)</sup> Gemeint ist Tabelle 3.



**Bild 1 – Normen**

**Tabelle 3 – Matrix der Normverknüpfungen**

Produktart	Norm für Steckgesichter	Betriebsverhaltensnorm	Zuverlässigkeitsnorm
Produkt A	ja	ja	ja
Produkt B	nein	ja	ja
Produkt C	ja	nein	nein
Produkt D	ja	ja	nein

## 4.4 Konstruktion und Aufbau

### 4.4.1 Werkstoffe

#### 4.4.1.1 Korrosionsbeständigkeit

Sämtliche beim Aufbau von LWL-Zirkulatoren verwendeten Werkstoffe müssen korrosionsbeständig sein oder eine geeignete Oberflächenbearbeitung besitzen, um den Anforderungen der entsprechenden Spezifikation zu entsprechen.

#### 4.4.1.2 Entflammbarkeit

Wenn nicht entflammbare Werkstoffe gefordert werden, muss diese Anforderung in der entsprechenden Spezifikation festgelegt werden, und es muss auf IEC 60695-2-2 verwiesen werden.

### 4.4.2 Bearbeitungsgüte

Bauelemente und zugehörige Teile müssen mit gleich bleibender Qualität hergestellt werden und dürfen keine scharfen Kanten, Grate oder sonstigen Schäden haben, die die Lebensdauer, die Gebrauchsfähigkeit oder das Aussehen beeinträchtigen. Dabei sind Ordentlichkeit und Sorgfältigkeit von Beschriftung, Galvanisierung, Löt- und Fügestellen usw. besonders zu beachten.

## 4.5 Qualität

LWL-Zirkulatoren müssen nach den Qualitätsbewertungsverfahren in Abschnitt 3 überprüft werden. Für die Qualitätsbewertung müssen, soweit anwendbar, die Mess- und Prüfverfahren nach den Normen der Reihe IEC 61300 angewendet werden.

## 4.6 Betriebsverhalten

LWL-Zirkulatoren müssen die in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Anforderungen an das Betriebsverhalten erfüllen.

## 4.7 Identifikation und Kennzeichnung

### 4.7.1 Allgemeines

Bauelemente, zugehörige Teile und Verpackungen müssen dauerhaft und leserlich gekennzeichnet und mit Aufschriften versehen werden, wenn dies in der entsprechenden Spezifikation gefordert wird.

### 4.7.2 Ausführungskennnummer

Jeder Ausführung in einer entsprechenden Spezifikation muss eine Ausführungskennnummer zugeordnet werden. Die Nummer muss aus der Nummer bestehen, die der entsprechenden Spezifikation zugeordnet worden ist, gefolgt von einer vierstelligen Zahl, die mit einem Strich von der vorigen Nummer getrennt wird, sowie einem Buchstaben, der die Bewertungsstufe angibt. Die erste Ziffer der mit dem Strich getrennten Nummer muss aufeinander folgend jeder in der entsprechenden Spezifikation aufgenommenen Bauelementbauart zugeordnet werden. Die letzten drei Ziffern müssen aufeinander folgend jeder Ausführung des Bauelements zugeordnet werden.

BEISPIEL:	QC 920001/US0001 - 1 001 A
Nummer der Bauartspezifikation	_____
Bauelementbauart	_____
Ausführung	_____
Bewertungsstufe	_____

### 4.7.3 Bauelementkennzeichnung

Die Bauelementkennzeichnung muss, falls gefordert, in der entsprechenden Spezifikation festgelegt werden. Die bevorzugte Reihenfolge der Kennzeichnungen lautet:

- Kennzeichnung des Anschlusses;
- Hersteller-Teilnummer;
- Herstellerkennzeichen oder Logo;
- Herstellungsdatum;
- Ausführungskennnummer;
- jede zusätzliche Kennzeichnung, die in der Bauartspezifikation gefordert wird.

Falls der Platz nicht für alle auf dem Bauelement erforderlichen Kennzeichnungen ausreicht, muss jede Einheit einzeln mit einem Datenblatt verpackt werden, das alle erforderlichen Angaben enthält, die nicht gekennzeichnet wurden.

### 4.7.4 Kennzeichnungen auf der Verpackung

Die Kennzeichnung auf der Verpackung muss, falls gefordert, in der entsprechenden Spezifikation festgelegt werden.

Die bevorzugte Reihenfolge der Kennzeichnungen lautet:

- a) Herstellerkennzeichen oder Logo;
- b) Hersteller-Teilnummern;
- c) verschlüsseltes Herstellungsdatum (Jahr/Woche, siehe ISO 8601);
- d) Ausführungskennnummer(n) (siehe 2.7.1<sup>N5)</sup>);
- e) Bewertungsstufe;
- f) Bauartbezeichnung (siehe 2.1.1<sup>N6)</sup>);
- g) jede zusätzliche Kennzeichnung, die in der Bauartspezifikation gefordert wird.

Wenn möglich, müssen einzelne Verpackungseinheiten (innerhalb der Primärverpackung) mit der Referenznummer des bestätigten Prüfberichts über freigegebene Lose, dem Kennschlüssel der Fertigungsstätte des Herstellers und der Bauelementkennzeichnung versehen werden.

#### 4.8 Verpackung

Die Verpackung muss Anwendungshinweise enthalten, wenn dies in der entsprechenden Spezifikation gefordert wird (siehe 2.2.6<sup>N7)</sup>).

#### 4.9 Lagerungsbedingungen

Wenn kurzfristig abbaubare Werkstoffe, wie z. B. Klebstoffe, mit den verpackten LWL-Zirkulatoren geliefert werden, muss der Hersteller das Verfallsdatum (Jahr/Woche, siehe ISO 8601), eventuelle Anforderungen oder Vorsichtsmaßnahmen hinsichtlich Gefährdungen sowie Empfehlungen für die Lagerungsbedingungen auf der Verpackung angeben.

#### 4.10 Sicherheit

LWL-Zirkulatoren können, wenn sie an einem LWL-Übertragungssystem und/oder einer LWL-Übertragungseinrichtung verwendet werden, an nicht verkappten oder nicht abgeschlossenen Ausgangsanschlüssen oder Faserenden eine möglicherweise gefährliche Strahlung emittieren.

Die Hersteller von LWL-Zirkulatoren müssen ausreichende Informationen zur Verfügung stellen, damit Systementwickler und Anwender vor möglichen Gefahren gewarnt sind, und sie müssen die geforderten Vorsichtsmaßnahmen und Arbeitsweisen angeben.

Außerdem muss jede entsprechende Spezifikation Folgendes enthalten:

##### WARNHINWEIS

**Beim Umgang mit Fasern mit kleinem Durchmesser ist besondere Vorsicht geboten, um Stichverletzungen der Haut, insbesondere im Bereich der Augen, zu vermeiden. Es wird empfohlen, nicht direkt in das Ende eines möglicherweise nicht sichtbar unter Energie stehenden Lichtwellenleiters oder LWL-Steckverbinders zu schauen, sofern nicht vorher eine Bestätigung über die Sicherheit des Ausgangsenergiepegels erhalten wurde.**

Es muss eine Verweisung auf die zugehörige Sicherheitsnorm IEC 60825-1 enthalten sein.

---

<sup>N5)</sup> Gemeint ist 4.7.2.

<sup>N6)</sup> Gemeint ist 4.1.2.

<sup>N7)</sup> Gemeint ist 4.2.6.

## Anhang A (informativ)

### Beispieltechnologie von auf magnetooptischem Effekt basierenden Standard Zirkulatoren

Der auf dem magnetooptischen Effekt basierende Standard Zirkulator besteht üblicherweise aus den folgenden einzelnen Komponenten.

Im Bild A.1 ist das Beispiel eines auf magnetooptischem Effekt basierenden Zirkulators dargestellt. Der Zirkulator besteht aus Faraday-Rotator, Polarisationsaufteilung (doppelbrechender Kristall) und Halbwellenplatte. Das durch den Anschluss 1 einfallende Licht wird durch die Polarisationsaufteilung (doppelbrechender Kristall 1) in zwei Richtungen, entgegengesetzt polarisiert, aufgeteilt. Mit Hilfe des Faraday-Rotators und der Halbwellenplatte wird die entgegengesetzte Polarisation des Lichts parallel ausgerichtet. Diese parallele Polarisierung wird dann durch den doppelbrechenden Kristall 2 wieder vereint, bevor das Licht den Anschluss 2 verlässt. In der entgegengesetzten Richtung wird das durch den Anschluss 2 einfallende Licht durch den doppelbrechenden Kristall 2 in zwei Richtungen, entgegengesetzt polarisiert, aufgeteilt. Mit Hilfe des Faraday-Rotators und der Halbwellenplatte wird die entgegengesetzte Polarisation des Lichts parallel ausgerichtet. Die Polarisationsrichtungen kreuzen sich zwischen den entgegengesetzten Richtungen des einfallenden Lichts. Mit Durchlaufen des mittleren doppelbrechenden Kristalls wird die Polarisation verschoben. Daraufhin verlässt das durch den doppelbrechenden Kristall 1 in der Polarisation wieder vereinte Licht den Anschluss 3.

#### doppelbrechender Kristall

jedes einfallende Licht wird durch Brechzahldifferenzen des doppelbrechenden Kristalls in ordentliche und polarisierte außerordentliche Lichtstrahlen mit verschiedenen Richtungen aufgeteilt.

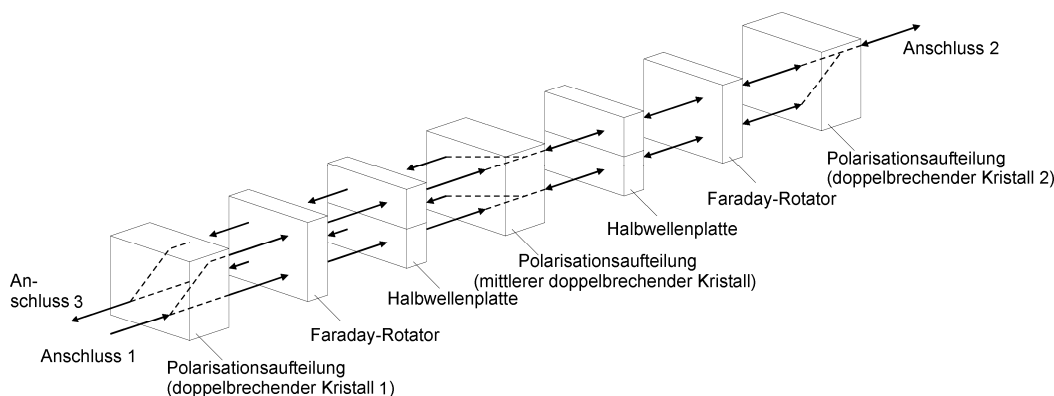


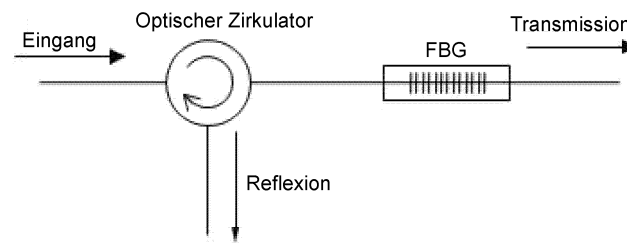
Bild A.1 – Beispiel für einen Zirkulator

## Anhang B (informativ)

### Beispielanwendung für einen Zirkulator

Für die folgende Beispielanwendung wird der Zirkulator angewandt.

Im Bild B.1 ist ein Filter dargestellt, indem der Zirkulator verwendet wird. Der Filter besteht aus dem Zirkulator und einem Faser-Bragg-Gitter (FBG). Mit dem Faser-Bragg-Gitter werden bestimmte Wellenlängen reflektiert, während andere Wellenlängen durchgelassen werden. Der optische Zirkulator wird verwendet, um spezielle Wellenlängen herauszufiltern.



**Bild B.1 – Beispiel der Zirkulatoranwendung**



## CONTENTS

FOREWORD .....	4
1 Scope .....	6
2 Normative references.....	6
3 Definitions.....	7
3.1 Basic terms .....	7
3.2 Component terms .....	8
3.3 Performance parameters .....	8
4 Requirements.....	10
4.1 Classification.....	10
4.1.1 General.....	10
4.1.2 Type.....	11
4.1.3 Style.....	11
4.1.4 Variant.....	12
4.1.5 Assessment level .....	12
4.1.6 Normative reference extensions .....	12
4.2 Documentation .....	13
4.2.1 Symbols.....	13
4.2.2 Specification system.....	13
4.2.3 Drawings.....	15
4.2.4 Test and measurements .....	15
4.2.5 Test reports .....	15
4.2.6 Instructions for use.....	16
4.3 Standardization system.....	16
4.3.1 Interface standards.....	16
4.3.2 Performance standards.....	16
4.3.3 Reliability standards .....	17
4.3.4 Interlinking.....	17
4.4 Design and construction.....	18
4.4.1 Materials.....	18
4.4.2 Workmanship .....	19
4.5 Quality .....	19
4.6 Performance.....	19
4.7 Identification and marking .....	19
4.7.1 General.....	19
4.7.2 Variant identification number.....	19
4.7.3 Component marking .....	19
4.7.4 Package marking.....	20
4.8 Packaging .....	20
4.9 Storage conditions .....	20
4.10 Safety .....	20
Annex A (informative) Example of technology of bulk circulator based on magneto-optic effect .....	21
Annex B (informative) Example of application of the circulator .....	22
Figure 1 – Standard system .....	18
Figure A.1 – An example of a circulator .....	21

Figure B.1 – An example of application of the circulator.....	22
Table 1 – Example of a typical circulator set classification .....	10
Table 2 – The IEC specification structure.....	13
Table 3 – Interlink matrix for standards .....	18

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC INTERCONNECTING  
DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS –  
FIBRE OPTIC CIRCULATORS –**

**Generic specification**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62077 has been prepared by subcommittee SC 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2001. It constitutes a technical revision. The changes with respect to the previous edition are to

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
XX/XX/FDIS	XX/XX/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date<sup>1)</sup> indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

---

<sup>1)</sup> The National Committees are requested to note that for this publication the maintenance result date is 2014.

# FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – FIBRE OPTIC CIRCULATORS –

## Generic specification

### 1 Scope

This part of IEC 61077 applies to circulators used in the field of fibre optics bearing all of the following features:

- they are non-reciprocal optical devices, in which each port is either an optical fibre or fibre optic connector;
- they are passive devices in accordance with the categorization and definition provided in IEC 62538;
- they have three or more ports for directionally transmitting optical power.

### 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For update references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050(731): *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 731: Optical fibre communication*

IEC 60410: *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60617 (all parts): *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60695-2-2:1991: *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 2: Needle-flame test*

IEC 60825-1:1998: *Safety of laser products – Part 1: Equipment, classification, requirements and user's guide*

IEC 61300-1:1995: *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 1: General and guidance*

IEC 61300-2 (all parts): *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2: Tests*

IEC 61300-3 (all parts): *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3: Examinations and measurements*

IEC 61930: *Fibre optic graphic symbology*

IEC 61282-9: *Fibre optic communication system design guides – Part 9: Guidance on polarization mode dispersion measurements and theory*

IEC 62538 TS: *Categorization of optical devices*

ISO 129: *Technical drawings – Dimensioning – General principles, definitions, methods of execution and special indications*

ISO 286-1: *ISO system of limits and fits – Part 1: Bases of tolerances, deviations and fits*

ISO 370: *Toleranced dimensions – Conversion from inches into millimetres and vice versa*

ISO 1101: *Geometrical Product Specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – Generalities, definitions, symbols, indication on drawings*

ISO 8601: *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*

### 3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 62077, the definitions given in IEC 60050(731) apply, together with the following definitions:

#### 3.1 Basic terms

##### 3.1.1

##### **port**

optical fibre or optical fibre connector attached to a passive component for the entry and/or exit of the optical power

##### 3.1.2

##### **transfer matrix**

optical properties of a fibre optic circulator can be defined in terms of an  $n \times n$  matrix of coefficients where  $n$  is the number of ports, and the coefficients represent the fractional optical power transferred between designated ports

NOTE In general, the transfer matrix  $T$  is:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ & t_{22} & & \\ & & t_{ij} & \\ t_{n1} & t_{n2} & & t_{nn} \end{bmatrix}$$

where  $t_{ij}$  is the ratio of the optical power  $P_{ij}$  transferred out of port  $j$  with respect to input power  $P_i$  into port  $i$ , that is:

$$t_{ij} = P_{ij}/P_i$$

##### 3.1.3

##### **transfer coefficient**

element  $t_{ij}$  of the transfer matrix

##### 3.1.4

##### **logarithmic transfer matrix**

in general, the logarithmic transfer matrix is as follows:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ & a_{22} & & \\ & & a_{ij} & \\ a_{n1} & a_{n2} & & a_{nn} \end{bmatrix}$$

where  $a_{ij}$  is the optical power reduction in decibels out of port  $j$  with unit power into port  $i$ , that is:

$$a_{ij} = -10 \log t_{ij}$$

where  $t_{ij}$  is the transfer matrix coefficient.

### 3.1.5 conducting ports

two ports  $i$  and  $j$  between which  $t_{ij}$  is nominally greater than zero.

### 3.1.6 isolated ports

two ports  $i$  and  $j$  between which  $t_{ij}$  is nominally zero, and  $a_{ij}$  is nominally infinite.

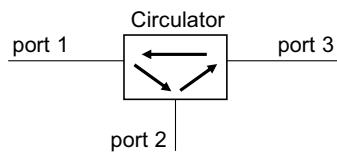
## 3.2 Component terms

### 3.2.1 fibre optic circulator

passive component possessing three or more ports which input and output are cyclic. In the case of 3 ports circulator with port 1, port 2 and port 3, supposing optical power is transmitted from port 1 to port 2, optical power from port 2 is transmitted to port 3.

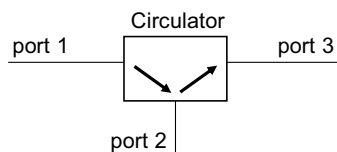
### 3.2.2 completely circulated type

type of circulator which all ports is input and output. In the case of 3 ports circulator with port 1, port 2 and port 3, supposing optical power is transmitted from port 1 to port 2, optical power from port 2 is transmitted to port 3 and optical power from port 3 is transmitted to port 1.



### 3.2.3 incompletely circulated type

type of circulator which a port is input or output. In the case of 3 ports circulator with port 1, port 2 and port 3, supposing optical power is transmitted from port 1 to port 2, optical power from port 2 is transmitted to port 3 and optical power from port 3 is not transmitted to port 1.



## 3.3 Performance parameters

### 3.3.1 Insertion loss

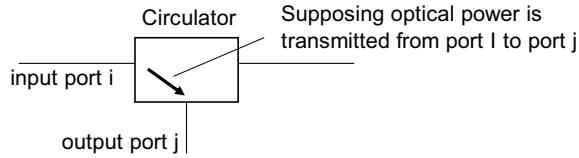
element  $a_{ij}$  of the logarithmic transfer matrix of an input port  $i$  and output port  $j$  which optical power is transmitted. It is the reduction in optical power between an input and output port of a passive component expressed in decibels and defined as follows:

$$a_{ij} = -10 \log (P_j/P_i)$$

where

$P_i$  is the optical power launched into the input port;

$P_j$  is the optical power received from the output port.



**3.3.2 isolation**

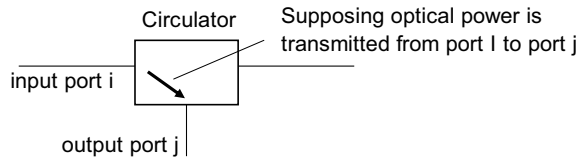
element  $a_{ji}$  of the logarithmic transfer matrix of an output port j and input port i which optical power is transmitted direction opposite to the insertion loss. It is the reduction in optical power between an input and output port of a passive component, expressed in decibels and defined as follows:

$$a_{ji} = -10 \log (P_i/P_j)$$

where

$P_i$  is the optical power received from the input port;

$P_j$  is the optical power launched into the output port.



**3.3.3 directivity**

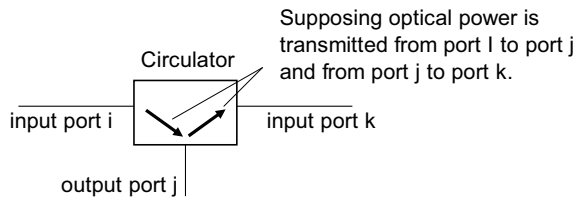
element  $a_{ik}$  of the logarithmic transfer matrix of a port i and port k which optical power is not transmitted. It is the reduction in optical power between i port and k port of a passive component expressed in decibels and defined as follows:

$$a_{ik} = -10 \log (P_k/P_i)$$

where

$P_i$  is the optical power launched into the input port;

$P_k$  is the optical power received from the output port.



**3.3.4 polarization dependent loss (PDL)**

for polarization independent circulators, the maximum variation of insertion loss for any state of polarization of  $P_j$



**3.3.5**

**polarization mode dispersion (PMD)**

the variation of the differential group delay (DGD) over the bandpass wavelength (or frequency) range in accordance with IEC TR 61282-9.

**3.3.6**

**operating wavelength**

nominal wavelength,  $\lambda$ , at which a passive component is designed to operate with the specified performance

**3.3.7**

**operating wavelength range; bandpass**

specified range of wavelengths from  $\lambda_{i \min}$  to  $\lambda_{i \max}$  close to a nominal operating wavelength  $\lambda_i$ , within which a passive component is designed to operate with the specified performance

**3.3.8**

**return loss**

element  $a_{ij}$  (where  $i = j$ ) of the logarithmic transfer matrix. It is the fraction of the input power that is returned from the input port of a passive component. It is defined as:

$$a_{ij} = -10 \log (P_{\text{refl}}/P_i)$$

where

$P_i$  is the optical power launched into the  $i$  port,

$P_{\text{refl}}$  is the optical power received back from  $i$  port.

**4 Requirements**

**4.1 Classification**

**4.1.1 General**

Fibre optic circulators shall be classified as follows:

- type;
- style;
- variant;
- assessment level;
- normative reference extensions.

An example of a typical circulator classification is as follows:

**Table 1 – Example of a typical circulator set classification**

Type:	- Three port circulator
	- Completely circulated type
	- Operating wavelength: 1310 nm
Style:	- Configuration: B
	- Connector type: FC
	- Fibre type: IEC type B 1,2
Variants:	- Means of mounting
Assessment level:	- .....
Normative reference extensions:	- .....

#### 4.1.2 Type

Circulators are mainly divided into types by their configuration.

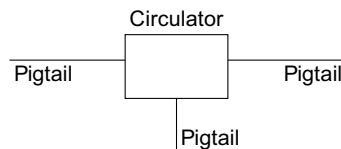
- Port numbers:
- circulated type:
  - completely circulated type;
  - un-completely circulated type;
- By their operational principles:
  - magneto-optic Faraday effect;
  - magneto-optic Cotton-Mouton effect and Kerr effect.
- By their operating wavelength:
  - short wavelength circulators (e.g. 630 nm);
  - long wavelength circulators (e.g. 1310 nm, 1550 nm);
  - other wavelength circulators.

#### 4.1.3 Style

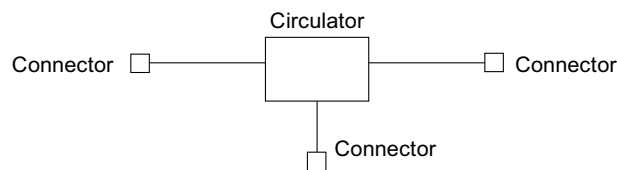
Optical circulators may be classified into styles based upon fibre type(s), connector type(s), cable type(s), housing shape and dimensions, and configuration.

The configuration of the circulator ports is classified as follows:

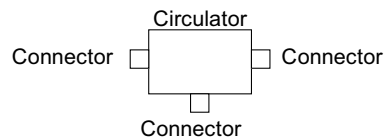
Configuration A – Device containing integral fibre optic pigtails without connector:



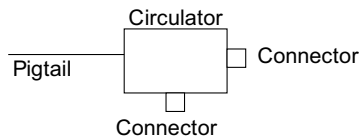
Configuration B – Device containing integral fibre optic pigtails, with a connector on each pigtail:



Configuration C – Device containing connectors as an integral part of the device housing:



Configuration D – Device containing some combination of the interfacing features of the preceding configurations, for example:



#### 4.1.4 Variant

The circulator variant identifies those common features which encompass structurally similar components. Examples of features which define a variant include, but are not limited to, the following:

- position and orientation of ports on housing;
- means of mounting.

#### 4.1.5 Assessment level

Assessment level defines the inspection levels and the acceptable quality level (AQL), of groups A and B and the periodicity of inspection of groups C and D. Relevant specifications shall specify one or more assessment levels, each of which shall be designated by a capital letter.

The following are preferred levels:

- assessment level A:
  - group A inspection: inspection level II, AQL = 4 %
  - group B inspection: inspection level II, AQL = 4 %
  - group C inspection: 24-month periods
  - group D inspection: 48-month periods
- assessment level B:
  - group A inspection: inspection level II, AQL = 1 %
  - group B inspection: inspection level II, AQL = 1 %
  - group C inspection: 18-month periods
  - group D inspection: 36-month periods
- assessment level C:
  - group A inspection: inspection level II, AQL = 0,4 %
  - group B inspection: inspection level II, AQL = 0,4 %
  - group C inspection: 12-month periods
  - group D inspection: 24-month periods

One additional assessment level may be added in the relevant specification. When this is done, the capital letter X shall be used.

#### 4.1.6 Normative reference extensions

Normative reference extensions are used to identify integrated independent standards specifications or other reference documents as relevant specifications.

Unless otherwise specified, additional requirements of extensions are mandatory. Usage is primarily intended to merge associated components to form hybrid devices, or integrated functional application requirements that are dependent on technical expertise other than fibre optics

Some optical fibre circulator configurations require special qualification provisions which shall not be imposed universally. This accommodates individual component design configurations, specialized field tooling or specific application processes. In this case, the requirements are necessary to assure repeatable performance or adequate safety, and provide additional guidance for complete product specification. These extensions are mandatory whenever used to prepare, assemble or install an optical fibre circulator, either for field application usage or preparation of qualification test specimens. The relevant specification shall clarify all stipulations. However, design and style dependent extensions shall not be imposed universally.

In the event of conflicting requirements, precedence shall be given, in descending order, as follows: generic over mandatory extension, over relevant, over detail, over application specific extension.

Examples of optical connector extensions are given as follows:

- using IEC 61754-4 and IEC 61754-2 to partially define a future IEC 60874 specification for a duplex type “SC/BFOC/2,5” hybrid connector adapter;
- using IEC 61754-13 and IEC 60869-1-1 to partially define a future IEC 60874 specification for an integrated type “FC” preset attenuated optical connector;
- using IEC 61754-2 and IEC 61073-4 to partially define a future IEC 60974 specification for a duplex “BFOC/2,5” receptacle incorporating integral mechanical splices.

Other examples of requirements to normative extensions:

- some commercial or residential building applications may require direct reference to specific safety codes and regulations or incorporate other specific material flammability or toxicity requirements for specialized locations;
- specialized field tooling may require an extension to implement specific ocular safety, electrical shock, burn hazard avoidance requirements, or require isolation procedures to prevent potential ignition of combustible gases.

**4.2 Documentation**

**4.2.1 Symbols**

Graphical and letter symbols shall, whenever possible, be taken from IEC 60027, IEC 60617 and IEC 61930.

**4.2.2 Specification system**

**4.2.2.1 General**

This specification is part of a three-level IEC specification system. Subsidiary specifications shall consist of relevant specifications and relevant specifications. This system is shown in table 1. There are no sectional specifications for circulators.

**Table 2 – The IEC specification structure**

Specification level	Examples of information to be included	Applicable to
Basic	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Assessment system rules</li> <li>– Inspection rules</li> <li>– Optical measurement methods</li> <li>– Environmental test methods</li> <li>– Sampling plans</li> <li>– Identification rule</li> <li>– Marking standards</li> <li>– Dimensional standards</li> </ul>	Two or more component families or sub-families

Specification level	Examples of information to be included	Applicable to
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminology</li> <li>- Symbol standards</li> <li>- Preferred number series</li> <li>- SI units</li> </ul>	
Generic	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Specific terminology</li> <li>- Specific symbols</li> <li>- Specific units</li> <li>- Preferred values</li> <li>- Marking</li> <li>- Quality assessment procedures</li> <li>- Selection of tests</li> <li>- Qualification approval procedures</li> <li>- Capability approval procedures</li> </ul>	Component family
Relevant	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quality conformation test schedule</li> <li>- Inspection requirements</li> <li>- Information common to a number of types</li> </ul>	Groups of types and/or styles having a common test schedule
Detail	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Individual values</li> <li>- Specific information</li> <li>- Completed quality conformance test schedules</li> </ul>	Individual component(s)

#### 4.2.2.2 Relevant specification

Relevant specifications are not, by themselves, a specification level. They are associated with the generic specification.

Each relevant specification shall contain

- the minimum mandatory test schedules and performance requirements;
- one or more assessment levels;
- the preferred format for stating the required information in the relevant specification;
- in case of hybrid components, including connectors, addition of appropriate entry fields to show the normative reference document, document title and issue date.

A specific circulator described by a corresponding relevant specification, which is prepared by filling in the blanks of the relevant specification. Within the constraints imposed by this generic specification, the relevant specification may be filled in by any national committee of the IEC, thereby defining a particular circulator design as an official IEC standard.

Relevant specifications shall specify the following, as applicable:

- type (see 4.1.1);
- style (see 4.1.2);
- variant(s) (see 4.1.3);
- assessment level (see 4.1.4);
- part identification number for each variant (see 4.7.1);
- drawings, dimensions required (see 4.2.3);
- quality assessment test schedules (see 4.1.4);
- performance requirements (see 4.6).

### **4.2.3 Drawings**

#### **4.2.3.1 General**

The drawings and dimensions given in relevant specifications shall not restrict themselves to details of construction, nor shall they be used as manufacturing drawings.

#### **4.2.3.2 Projection system**

Either first-angle or third-angle projection shall be used for the drawings in documents covered by this specification. All drawings within a document shall use the same projection system and the drawings shall state which system is used.

#### **4.2.3.3 Dimensional system**

All dimensions shall be given in accordance with ISO 129, ISO 286-1 and ISO 1101.

The metric system shall be used in all specifications.

Dimensions shall not contain more than five significant digits.

Conversion between systems of units shall be done correctly. When units are converted, a note shall be added in each relevant specification.

### **4.2.4 Test and measurements**

#### **4.2.4.1 Test and measurement procedures**

The test and measurement procedures for optical, mechanical, climatic, and environmental characteristics of circulators to be used shall be defined and selected preferably from the IEC 61300 series.

The size measurement method to be used shall be specified in the relevant specification for dimensions which are specified within a total tolerance zone of 0,01 mm or less.

#### **4.2.4.2 Reference components**

Reference components, if required, shall be specified in the relevant specification.

#### **4.2.4.3 Gauges**

Gauges, if required, shall be specified in the relevant specification.

### **4.2.5 Test reports**

Test reports shall be prepared for each test conducted as required by a relevant specification. The reports shall be included in the qualification report and in the periodic inspection report.

Reports shall contain the following information:

- title of test and date;
- specimen description including the type of fibre, connector or other coupling device. The description shall also include the variant identification number (see 2.7.1);
- test equipment used and date of latest calibration;
- all applicable test details;
- all measurement values and observations;
- sufficiently detailed documentation to provide traceable information for failure analysis.

#### **4.2.6 Instructions for use**

Instructions for use, when required, shall be given by the manufacturer and shall include:

- assembly and connection instructions;
- cleaning method;
- safety aspects;
- additional information, as necessary.

#### **4.3 Standardization system**

##### **4.3.1 Interface standards**

Interface standards provide both manufacturer and user with all the information required to make or use the product in conformity with the physical features of that standard interface. Interface standards fully define and dimension the features essential for the mating and unmating of optical fibre connectors and other components. They also serve to position the optical datum target, where defined, relative to other reference datum.

Interface standards ensure that connectors and adapters that comply with the standard will fit together. The standards may also contain tolerance grades for ferrules and alignment devices. Tolerance grades are used to provide different levels of alignment precision.

The interface dimensions may also be used to design other components that will mate with the connectors. For example, an active device mount can be designed using the adapter interface dimensions. The use of these dimensions combined with those of a standard plug provides the designer with assurance that the standard plugs will fit into the optical device mount. They also provide the location of the plug's optical datum target.

Standard interface dimensions do not, by themselves, guarantee optical performance. They guarantee connector mating at a specified fit. Optical performance is currently guaranteed via the manufacturing specification. Products from the same or different manufacturing specifications using the same standard interface will always fit together. Guaranteed performance can be given by any single manufacturer only for product delivered to the same manufacturing specification. However, it can be reasonably expected that some level of performance will be obtained by mating a product from different manufacturing specifications, although the level of performance cannot be expected to be any better than that of the lowest specified performance.

##### **4.3.2 Performance standards**

Performance standards contain a series of tests and measurements (which may or may not be grouped into a specified schedule depending on the requirements of that standard) with clearly defined conditions, severities, and pass/fail criteria. The tests are intended to be run on a "one-off" basis to prove the ability of a given product to satisfy the "performance standards" requirement. Each performance standard has a different set of tests and/or severities (and/or groupings) that represents the requirements of a market sector, user group or system location.

A product that has been shown to meet all the requirements of a performance standard can be declared as complying with a performance standard but should then be controlled by a quality assurance/ quality conformance programme.

A key point of the test and measurements standards is their application (particularly with regard to attenuation and return loss) in conjunction with the interface standards of inter-product compatibility. Certain conformance on each individual product to this standard will be ensured.

### 4.3.3 Reliability standards

Reliability standards are intended to ensure that a component can meet performance specifications under stated conditions for a stated time period.

For each type of component, the following shall be identified (and appear in the standard):

- failure modes (observable general mechanical or optical effects of failure);
- failure mechanisms (general causes of failure, common to several components);
- failure effects (detailed causes of failure, specific to component).

These are all related to environmental and material aspects.

Initially, just after component manufacture, there is an “infant mortality phase” during which many components would fail if they were deployed in the field. To avoid early field failure, all components may be subjected to screen process in the factory, involving environmental stresses that may be mechanical, thermal and humidity-related. This is to induce known failure mechanisms in a controlled environmental situation to occur earlier than would normally be seen in the unscreened population. For those components that survive (and are then sold), there is a reduced failure rate since these mechanisms have been eliminated.

Screening is an optional part of the manufacturing process, rather than a test method. It will not affect the “useful life” of a component, defined as the period during which it performs according to specifications.

Eventually other failure mechanisms appear, and the failure rate increases beyond some defined threshold. At this point, the useful life ends and the “wear-out region” begins, and the component must be replaced.

At the beginning of useful life, performance testing on a sampled population of components may be applied by the supplier, by the manufacturer, or by a third party. This is to ensure that the component meets performance specifications over the range of intended environments at this initial time. Reliability testing, on the other hand, is applied to ensure that the component meets performance specifications for at least a specified minimum useful lifetime or specified maximum failure rate. These tests are usually done by utilising the performance testing, but increasing duration and severity to accelerate the failure mechanisms.

A reliability theory relates component reliability testing to component parameters and to lifetime or failure rate under testing. The theory then extrapolates these to lifetime or failure rate under less stressful service conditions. The reliability specifications include values of the component parameters needed to ensure the specified minimum lifetime or maximum failure rate in service.

### 4.3.4 Interlinking

Standards currently under preparation are given in figure 1. A large number of the test and measurement standards exist already and the quality assurance qualification approval standards, recognized by the term IECQ, exist already and have done so for many years. As previously mentioned, other alternative methods of quality assurance/quality conformance are being developed under the banners of capability approval and technology approval, covered by IEC QC 001001, IEC QC 001002-3, and IEC Guide 102.

With regard to interface, performance and reliability standards, once these three standards are all in place, the matrix given in table 3 demonstrates some of the other options available for product standardization.

Product A is fully IEC standardized, having a standard interface and meeting defined performance standards and reliability standards.



Product B is a product with a proprietary interface but which meets a defined IEC performance standard and reliability standard.

Product C is a product which complies with an IEC standard interface but does not meet the requirements of either an IEC performance standard or reliability standard.

Product D is a product which complies with both an IEC standard interface and performance standard but does not meet any reliability requirements.

Obviously the matrix is more complex than shown since there will be a number of interface, performance and reliability standards which may cross-refer. In addition, the products may all be subject to a quality assurance programme that could be under IEC qualification approval, capability approval, technology approval (as table 4 attempts to demonstrate), or even a national or company quality assurance system.

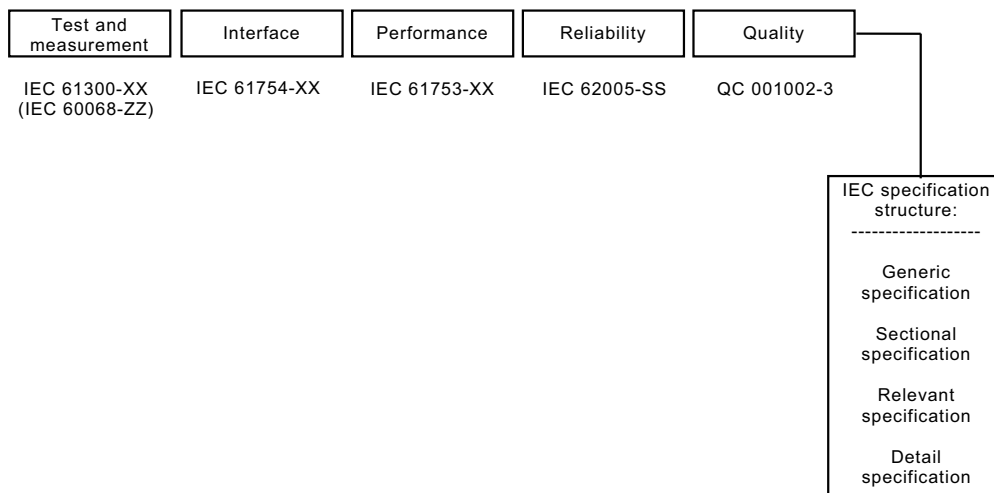


Figure 1 – Standard system

Table 3 – Interlink matrix for standards

Product type	Interface standard	Performance standard	Reliability standard
Product A	YES	YES	YES
Product B	NO	YES	YES
Product C	YES	NO	NO
Product D	YES	YES	NO

#### 4.4 Design and construction

##### 4.4.1 Materials

##### 4.4.1.1 Corrosion resistance

All materials used in the construction of circulator sets shall be corrosion resistant or suitably finished to meet the requirements of the relevant specification.



f) any additional marking required by the relevant specification.

If space does not allow for all the required marking on the components, each unit shall be individually packaged with a data sheet containing all of the required information which is not marked.

#### 4.7.4 Package marking

Package marking, if required, shall be specified in the relevant specification. The preferred order of marking is as follows:

- a) manufacturer's identification mark or logo;
- b) manufacturer's part number;
- c) manufacturing date code (year/week; see ISO 8601);
- d) variant identification number(s) (see 2.7.1);
- e) assessment level;
- f) type designations (see 2.1.1);
- g) any additional marking required by the relevant specification.

When applicable, individual unit packages (within the sealed package) shall be marked with the reference number of the certified record of released lots, the manufacturer's factory identity code and the component identification.

#### 4.8 Packaging

Packages shall include instructions for use when required by the specification (see 2.2.6).

#### 4.9 Storage conditions

Where short-term degradable materials, such as adhesives, are supplied with the package of circulator parts, the manufacturer shall mark these with the expiry date (year and week numbers, see ISO 8601) together with any requirements or precautions concerning safety hazards or environmental conditions for storage.

#### 4.10 Safety

Optical circulators, when used on an optical fibre transmission system and/or equipment, may emit potentially hazardous radiation from an uncapped or unterminated output port or fibre end.

The optical circulator manufacturers shall make available sufficient information to alert system designers and users about the potential hazard and shall indicate the required precautions and working practices.

In addition, each relevant specification shall include the following:

##### WARNING NOTE

**Care should be taken when handling small diameter fibre to prevent puncturing the skin, especially in the eye area. Direct viewing of the end of an optical fibre or an optical fibre connector when it is propagating energy is not recommended, unless prior assurance has been obtained as to the safety energy output level.**

Reference shall be made to IEC 60825-1, the relevant standard on safety.

## Annex A (informative)

### Example of technology of bulk circulator based on magneto-optic effect

The bulk circulator based on magneto-optic effect consists of the following typical discrete components.

Figure A.1 shows an example of a circulator based on magneto-optic effect. The circulator consists of Faraday rotator, the polarizer (birefringent crystal) and the half-wave plate. The incident light from port 1 is separated to two cross-polarizations by the birefringent crystal 1. Two cross-polarizations are paralleled by the half-wave plate and Faraday rotator. Two polarizations are combined by the birefringent crystal 2, exit from port 2. In the reverse direction, the incident light from port 2 is separated to two cross-polarizations by the birefringent crystal 2. Two cross-polarizations are paralleled by the half-wave plate and Faraday rotator. Where the polarization direction crosses between the forward direction and reverse direction. Two polarizations are shifted by the middle birefringent crystal, due to the direction of polarization. As result, two polarizations are combined by the birefringent crystal 1, exit from port 3.

#### birefringent crystal

any light is separated into different directions due to a different refractive index of the birefringent crystal for ordinary and extraordinary rays.

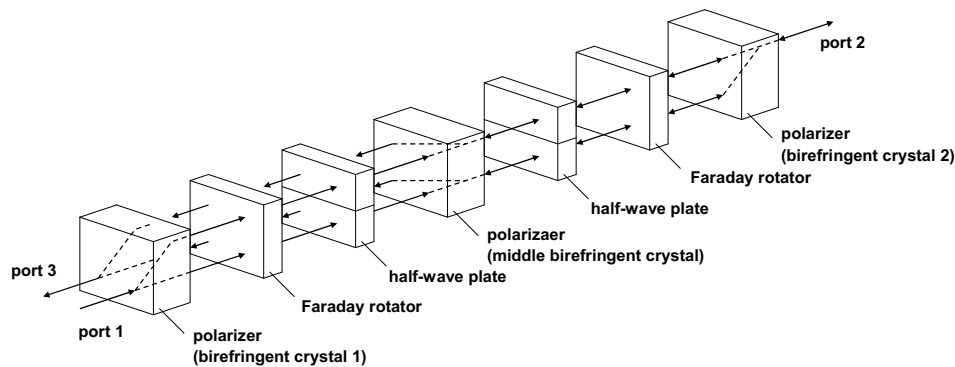


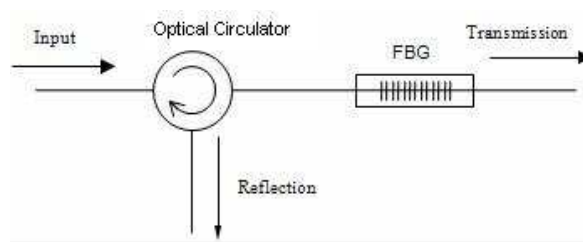
Figure A.1 – An example of a circulator

**Annex B**  
(informative)

**Example of application of the circulator**

The circulator will be used in the following example applications.

Figure B.1 shows the filter in which the circulator is used. The filter consists of the circulator and the fibre Bragg grating (FBG). The fibre Bragg grating (FBG) reflects particular wavelengths of light and transmits other wavelengths. The circulator is used in order to pick up reflected particular wavelengths.



**Figure B.1 – An example of application of the circulator**