



Einleitung

Dieses Modul wurde als vollständiger Laseremitter für OEM-Anwendungen ausgelegt, dessen Ausgangsleistung den Anforderungen an ein Laserprodukt der Klasse II gemäß Spezifikation in BS7192 genügt. Bei allen am Lasermodul vorgenommenen Veränderungen oder Einstellungen, die dessen Leistungsfähigkeit oder vorgesehene Funktion verändern, kann eine erneute Überprüfung und Klassifizierung erforderlich sein. Der Verkauf erfolgt unter dieser Voraussetzung. Nähere Angaben zu den Lasersicherheitsanforderungen für Produkte der Klasse II sind auf Seite 7 unter der Überschrift "Sicherheit von Lasern" nachzulesen.

Beschreibung

Das Lasermodul besteht aus Laserdiode, Linse und Treiberschaltung in einem Metallgehäuse. Die elektrischen Anschlüsse werden über freie Zuleitungen hergestellt. Die Linse ist ein einteiliges Element aus einem hochbrechenden Indexglas, das einen hochwertigen kollimierten Lichtstrahl über eine große Entfernung erzeugt. Mit dem mitgelieferten Spezialschlüssel läßt sich ihre Position so einstellen, daß der Strahl auf einen Punkt fokussiert wird.

Optische Daten

Parameter	Wert			Einheiten
	Min	Typ	Max	
Ausgangsleistung			1	mW
Wellenlänge		670		nm
Stabilität der Ausgangsleistung			5 %	
Divergenz (Raumwinkel)			0,5	mRad
Strahlquerschnitt		4,5 × 2,5		mm
Mindestbrennweite (Linse ausgefahren)		25		mm
Punktgröße		100		µm
Polarisationsverhältnis		10:1		
Richtungsstabilität			0,05	mRad
Ausgangsapertur		6,0		mm

Merkmale

- Kleiner und leichter Aufbau
- Robust und zuverlässig
- Modularer Aufbau
- Niedrige Betriebsspannung
- Sicherheitsverriegelung durch TTL-Pegel
- Verpolungsschutz
- Eigene Regelschaltung
- Digitale und analoge Modulation
- Einstellbare Brennweite

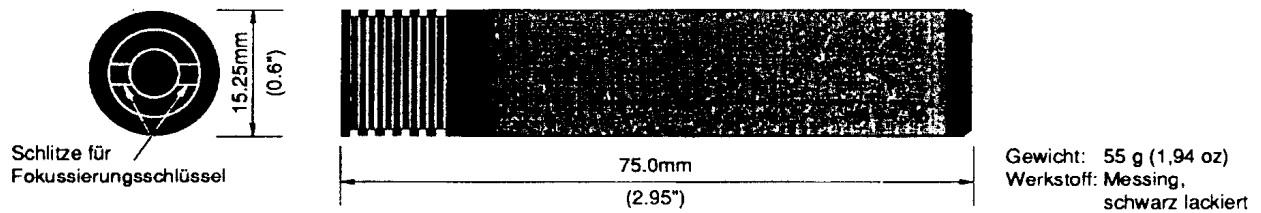
Allgemeine Anwendungen

- Ausrichtung
- Peilung
- Kantenerkennung
- Erfassung von Abmessungen
- Absorptionsüberwachung
- Positionserfassung
- Sicherheitssystem
- Sicherheitsschranken und -vorhänge
- Datenübertragung
- Übertragung von Ton- und Videosignalen

Elektrische Daten

Parameter	Wert			Einheiten
	Min	Typ	Max	
Betriebsspannung	-8		-12	Volt
Betriebsstrom		130		mA
TTL-Eingangspegel (gesperrt) (logisch 1)	+2,5		+5	Volt
Verriegelung "Freigabe"	-5	0	+2,5	Volt
Modulationstyp	analog oder digital			
Modulationssignalpegel an 50 Ω	-1		+7	Volt
Modulationsfrequenz (3 dB-Eckfrequenzen)	100 kHz		50 MHz	
Modulationstiefe			90 %	
Betriebstemperaturbereich	-10		+50	°C
Lagertemperaturbereich	-40		+85	°C
Anschlüsse	Freie Zuleitungsadern 250 mm lang			

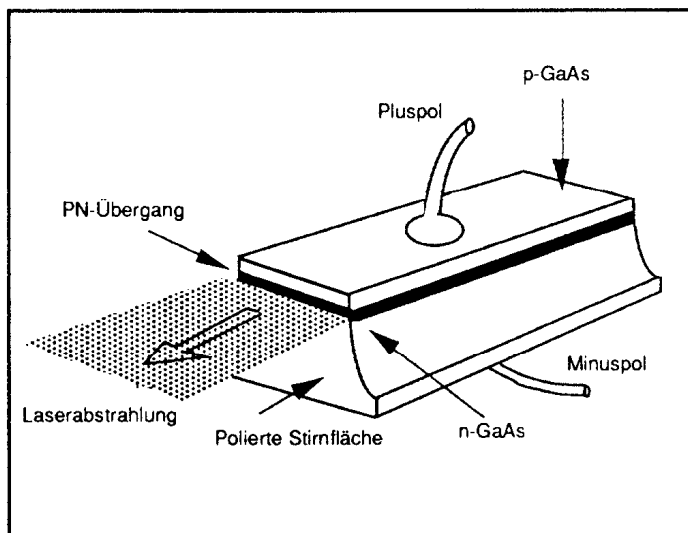
Mechanische Daten



Die Laserdiode

Die Laserdiode verwendet einen Galliumarsenid-Halbleiter mit einem PN-Übergang. Bei Stromdurchgang erzeugt der Übergang eine stimulierte Emission von Photonen einer Wellenlänge, die als roter Lichtstrahl abgestrahlt werden.

Der PN-Übergang ist als schmaler Streifen ausgebildet, und da das Licht parallel zum Übergang austritt, ist der Laserkristall an einer Stirnfläche poliert, um eine gerichtete Abstrahlung zu erreichen. Wegen dieses Aufbaus hat der abgegebene Strahl einen elliptischen Querschnitt und besitzt entlang der großen und der kleinen Halbachse eine jeweils unterschiedliche Divergenz. Hieraus ergibt sich ein Astigmatismus des Laserstrahls, der für einige Anwendungen korrigiert werden muß.



Optische Leistungsfähigkeit

Laserdioden können sehr unterschiedliche optische Kenndaten besitzen, wobei für die Divergenz und den Astigmatismus die größten Unterschiede bestehen. Bei derart breiten Schwankungen müssen die Linsen, die für Laserdioden verwendet werden, gute universelle Eigenschaften besitzen. Die Linse, die zum Laserdiodenmodul mitgeliefert wird, kann hochkollimierte Strahlen über größere Strecken als auch kleine, hochwertig fokussierte Lichtpunkte liefern. Der Wirkungsgrad dieser Linse liegt bei etwa 80 %, so

daß die Laserdiode für eine Ausgangsleistung von 1 mW etwa 1,25 mW abstrahlen muß.

Die Strahldaten wurden mit einem Meßgerät der Coherent Components Group gemessen. Bild 1 zeigt die Meßdaten zur Richtungsstabilität des Lichtstrahls, die Bilder 2 und 3 die zugehörigen Strahlprofile.

Interne Diodenschaltung

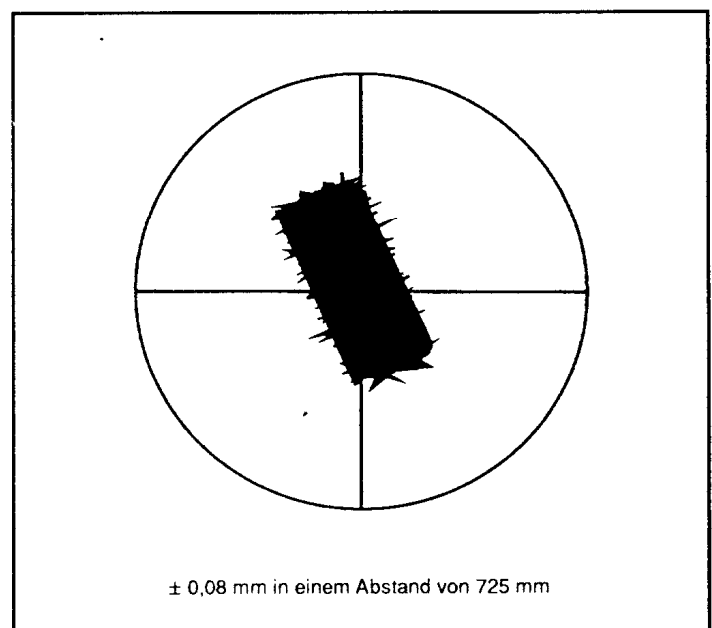
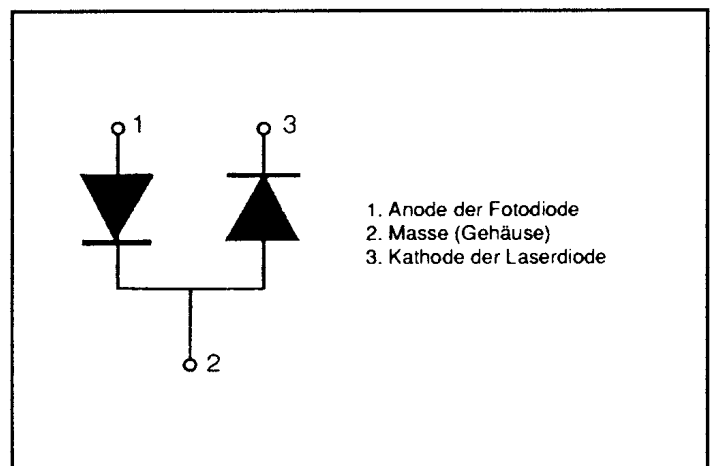


Bild 1 Richtungsstabilität – Dauer 1 Minute

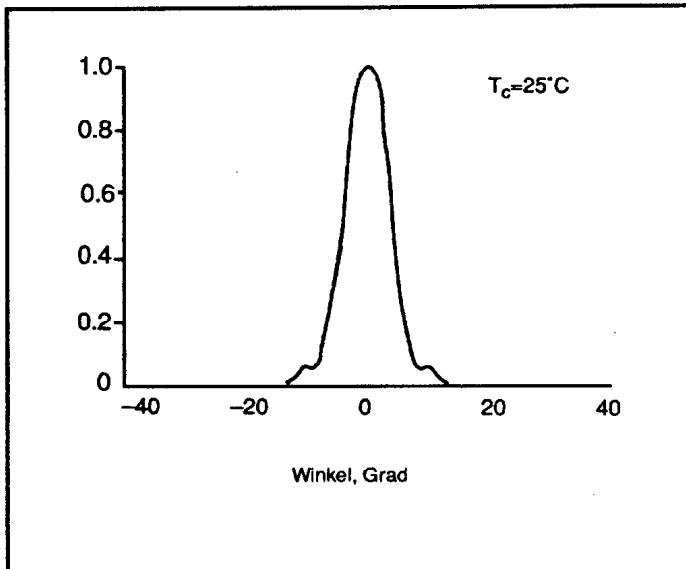


Bild 2 Fernfeld-Strahlverteilung in der X-Achse

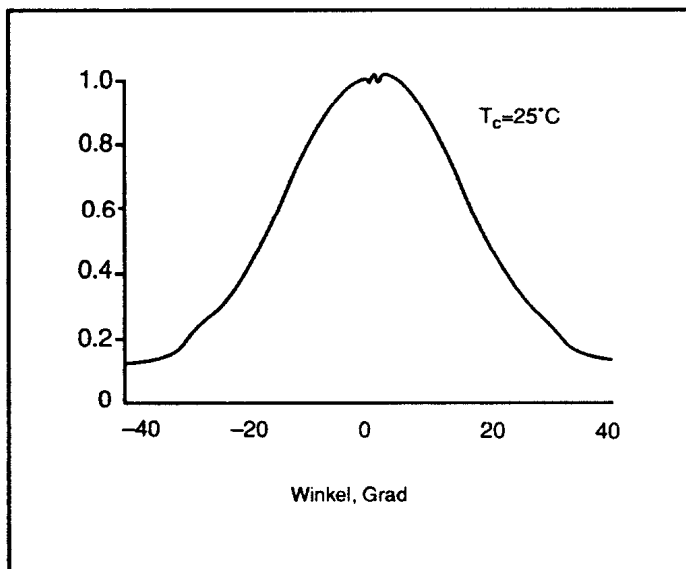


Bild 3 Fernfeld-Strahlverteilung in der Y-Achse

Elektrische Anschlüsse

Die elektrischen Anschlüsse sind über einzelne Adern wie folgt herzustellen:

Grün.....	0 Volt
Schwarz.....	Minuspol
Weiß.....	Verriegelung
Blau.....	Sperrung mit TTL-Pegel
Grün und Gelb (verdrillt).....	Modulation

Stromversorgung und Erdung

Die Betriebsspannung ist mit -8 bis -12 V spezifiziert. Dies bedeutet, daß der Pluspol mit 0 V und der Minuspol mit der negativen Speisespannung zu verbinden ist.

Hinweis: Das Laserdiodenmodul wurde auf diese Weise ausgelegt, damit das Gehäuse und damit der Bezugspol der ganzen Einheit auf 0 V liegen kann. Anderenfalls müßte die Diode, um Probleme mit der Erdung zu vermeiden, gegen das Gehäuse isoliert sein. Hierdurch würde sich aber die Wärmeableitung verschlechtern und eine höhere Ausfallgefahr der Laserdiode bestehen.

Das Gehäuse des Laserdiodenmoduls kann mit dem Masterpol (0 V) des Systems verbunden werden.

Kühlung

Das Laserdiodenmodul ist zwar für einen zuverlässigen Betrieb unter normalen Bedingungen ausgelegt, jedoch senkt eine zusätzliche Kühlung die Betriebstemperatur der Laserdiode und verlängert damit deren Lebensdauer. Eine derartige Kühlung kann durch einen Kühlkörper erfolgen, der die thermisch relevante Oberfläche um mindestens 15 cm² vergrößert.

Es wird auch darauf hingewiesen, daß sich die Wärmeabgabe und damit der Temperaturanstieg innerhalb des Moduls dadurch herabsetzen lassen, daß eine Speisespannung am unteren Ende des zulässigen Bereichs gewählt wird (-8V).

Modulation

Das angelegte Modulationssignal kann eine beliebige Kurvenform besitzen, als Sinus, digitales Signal oder Mischung aus beiden. Es ist aber wichtig, daß die Modulationsspannung nicht über +7 V liegt oder mehr als -1 V unter den Pegel 0 V absinkt. Modulationseingangsspannungen bis zu 8 V_{ss} können ohne Gefahr einer Beschädigung an das Laserdiodenmodul angelegt werden, solange die oben angegebenen Grenzen eingehalten werden. Der Modulationseingang enthält eine Wechselspannungskopplung.

Der Wirkungsgrad der Modulation fällt schaltungs-technisch unter 100 kHz und über 50 MHz ab. Diese Frequenzen geben ungefähr die Eckpunkte an, an denen die Modulationsamplitude des Laserlichts bei konstanter Modulationsspannung um 3 dB (1/√2) gegenüber der Amplitude in Bandmitte absinkt. Der gesamte Frequenzbereich reicht jedoch über 100 MHz hinaus.

Der Modulationseingang besitzt eine Impedanz von 50 Ω. Im Idealfall sollte bei allen Frequenzen ein Koaxialkabel 50 Ω verwendet werden, das von einer Signalquelle mit einer Ausgangsimpedanz von 50 Ω angesteuert wird. Dies ist jedoch bei Frequenzen unter 1 MHz nicht immer erforderlich.

Bild 4 zeigt einen typischen digitalen Modulationstreiber 50 Ω, der ein Eingangssignal von etwa 250 mV_{ss} abgibt.

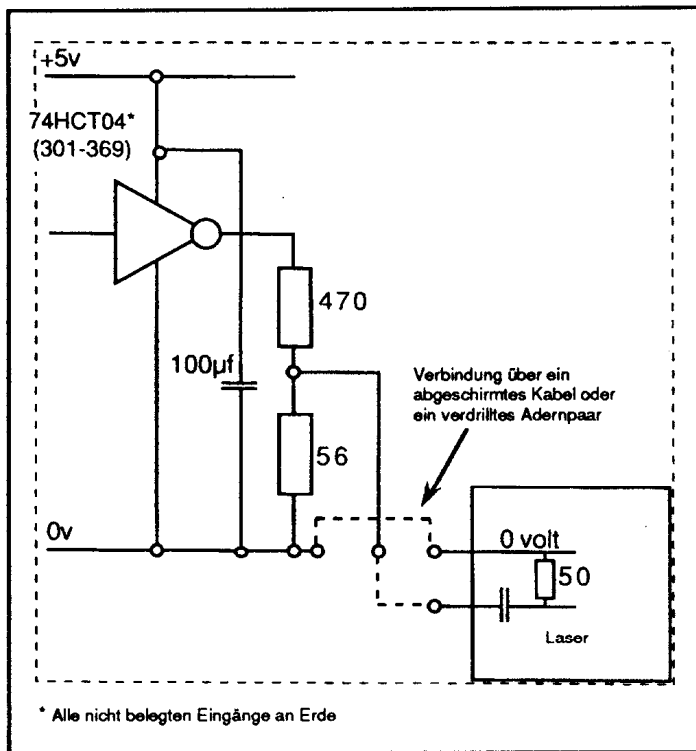


Bild 4

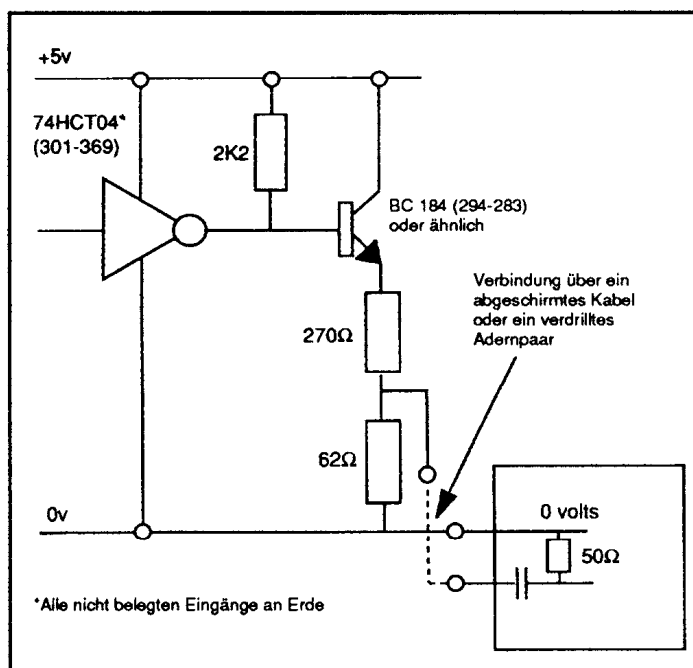


Bild 5

Bild 6 zeigt eine weitere Möglichkeit, ein TTL-Gatter zu verwenden, um eine Modulationeingangsspannung von 500 mV_{ss} zu erhalten.

Zur richtigen Modulation des Laserdiodenmoduls muß bekannt sein, wie die Laserabstrahlung erfolgt. Gleichzeitig mit dem Stromdurchgang beginnt die Abstrahlung von Licht, dessen Intensität mit steigender Stromstärke zunimmt. Bei einem Schwellwert beginnt die Abstrahlung von Laserlicht, dessen Intensität in weit stärkerem Maße mit steigender

Stromstärke zunimmt. Die Modulation ist auf den Teil des Lichtes zu beschränken, der als Laserlicht abgestrahlt wird (d.h. über dem Schwellwert). Es ist möglich, etwa 90 % der Laserabstrahlung zu modulieren und hierbei die spezifizierten Grenzwerte der Eingangsspannung einzuhalten. Im Spannungsbereich von 0 bis 500 mV_{ss} ist die Modulation linear, während bei noch höheren Spannungen ein geringer Linearitätsfehler auftritt, der bei den einzelnen Dioden unterschiedlich ausfällt. Der Modulationsfaktor beträgt typisch -7,7 µW/mV über dem Schwellwert. Das Minuszeichen weist auf die negative Betriebsspannung hin.

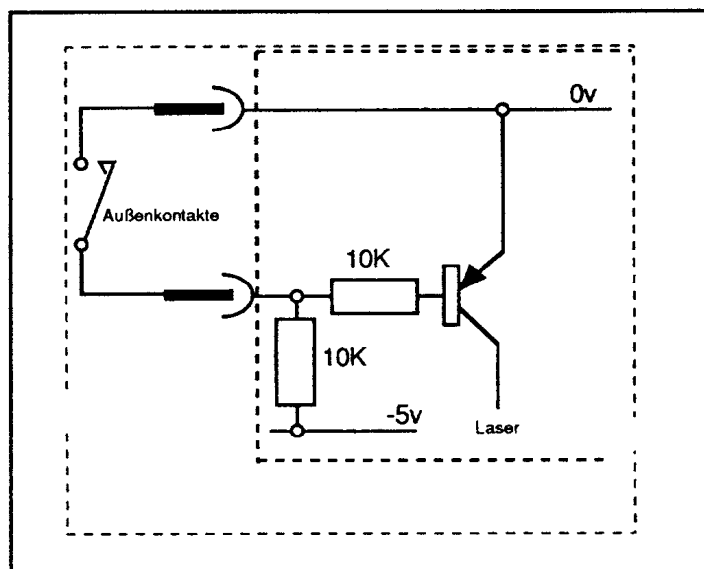


Bild 6 Typisches Schaltschema zur Angabe der angeschlossenen Außenkontakte

Verriegelung

Der Verriegelungseingang soll es ermöglichen, den Laser mit Hilfe eines Schlüsselschalters oder sonstiger Kontakte ein- bzw. auszuschalten. Die Zeitkonstante für die "Freigabe" liegt bei etwa 40 ms. Für die "Freigabe" des Lasers muß der Verriegelungseingang mit 0 V verbunden werden.

An diesen Eingang dürfen keine Spannungen über +2,5 V oder unter -5 V angelegt werden.

TTL-Sperrung

Es ist eine Funktion der TTL-Sperrung vorhanden, mit der sich der Laser ein- und ausschalten läßt. Die Zeitkonstante für die "Freigabe" über diesen Eingang ist die gleiche wie bei der Verriegelung, etwa 40 ms. Eine Eingangsspannung über 2,5 V schaltet den Laser aus. Wird dieser Eingang nicht benötigt, so kann er offen bleiben oder vorzugsweise an 0 V gelegt werden.

Die Spannungen an diesem Eingang sollen nicht über 7 V oder unter -3 V liegen.

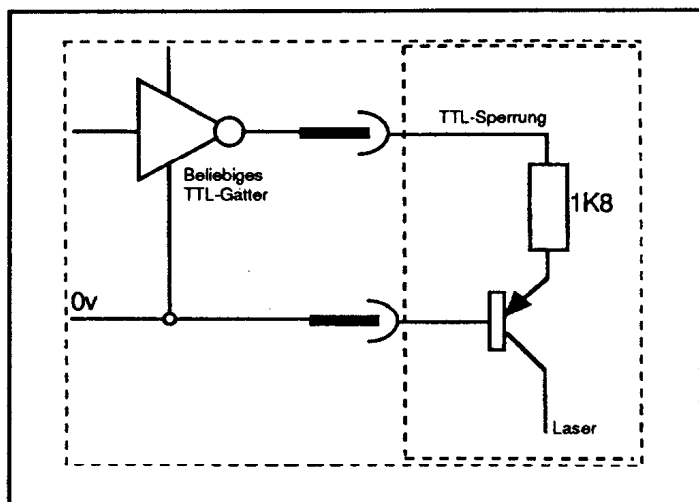


Bild 7

Betriebsdaten

Nach dem Einschalten des Laserdiodenmoduls verstreicht eine Zeit von etwa 40 ms für die "Freigabe". Diese Anlaufverzögerung begrenzt die Gefahr, daß Spannungsspitzen an die Diode gelangen und diese zerstören.

Die Linse sollte so eingestellt worden sein, daß ein optimaler Strahl abgegeben wird. Der Standardkollimator beispielsweise wird so justiert, daß er einen gut kollimierten Strahl über eine Strecke von 10 m liefert. Zur Einstellung der Linse Laschen des Schlüssels in die Schlitze der Linse so einführen, daß der Strahl ungehindert durch die Bohrungen des Schlüssels hindurchtreten kann. Linse dann mit dem Schlüssel so drehen, daß sich die gewünschte Fokussierung ergibt.

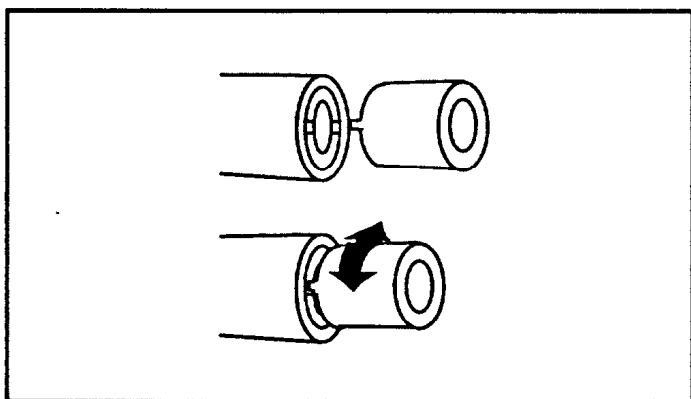


Bild 8

Die Wellenlänge der Laserstrahlung hängt auf die nachfolgend dargestellte Weise von der Temperatur ab.

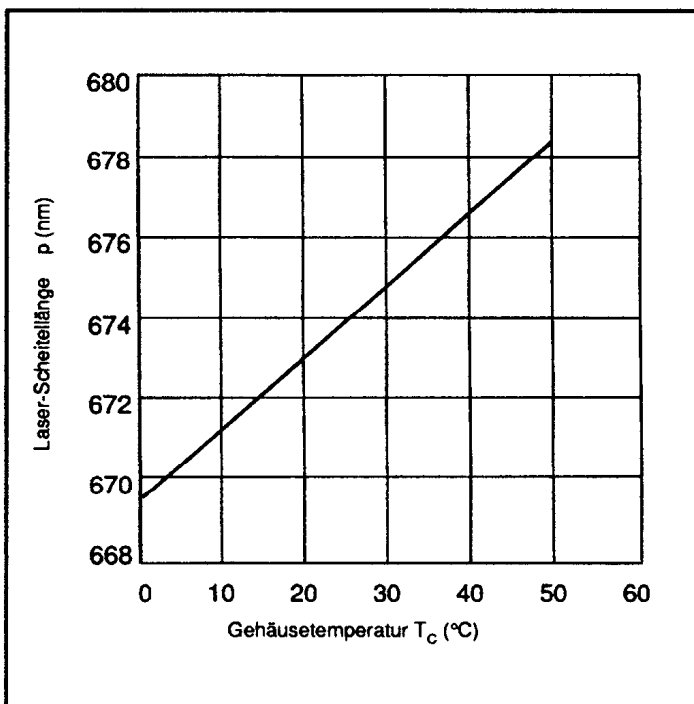


Bild 9 Temperaturabhängigkeit des Laserspektrums

Die Temperatur wirkt sich auch noch durch Veränderung der Schwellstromstärke auf die Laserdiode aus. Eine Temperaturänderung von 0°C nach 50°C läßt die Schwellstromstärke und damit auch die Speisespannung des Laserdiodenmoduls um etwa 30 mA ansteigen.

Steuerung der Ausgangsleistung

Die Treiberschaltung im Laserdiodenmodul erreicht ihre geringe Größe und hohe Zuverlässigkeit dank der SMD-Technologie. Die Schaltung enthält zwei Potentiometer, die die Intensität des austretenden Strahls steuern. Eines dieser Potentiometer begrenzt die höchste Betriebsleistung des Lasers, so daß die Diode nicht übersteuert werden kann; hier wird ein Leistungspegel eingestellt, der geringfügig über der Angabe laut Typenschild liegt. Das andere Potentiometer gibt die tatsächliche Strahlleistung vor. Hier sollen keine Veränderungen vorgenommen werden, da sie zu einer Beschädigung des Lasers oder zu einer Überschreitung der Leistungsgrenze führen können, die durch die Sicherheitsklassifikation vorgeschrieben wird.

Die eingestellte Leistung entspricht der gesamten Lichtabstrahlung durch die Linse. Bei ausgebaute Linse liegt die abgestrahlte Leistung höher, jedoch ist wegen der Divergenz die Leistungsdichte geringer.

Die als Standardzubehör gelieferte Kollimatorlinse besitzt einen Wirkungsgrad von etwa 80 %. Beim Austausch gegen eine andere Linse kann es erforderlich werden, den Laser neu klassifizieren zu lassen oder aber dessen Ausgangsleistung so nachzustellen, daß sie wieder innerhalb der Grenzwerte für die auf dem Typenschild angegebene Klassifikation liegt.

Polarisation

Der vom Laserdiodenmodul abgestrahlte Lichtstrahl ist linear polarisiert mit einem Polarisationsverhältnis von etwa 10:1.

Anwendungen

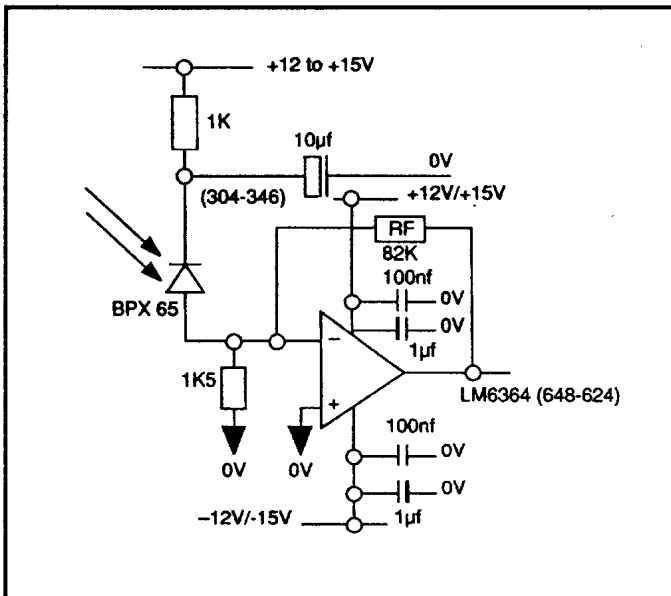


Bild 10 Typische Detektorschaltung

Hinweise

1. Der Widerstand RF bestimmt die Empfindlichkeit der Schaltung. Je höher der Wert, desto höher die Empfindlichkeit.
2. Empfohlener Verstärker (für F_{MOD} bis zu 3 MHz) LM6364 (RS-Best. - Nr. 648-624).
3. Wegen der verwendeten hohen Frequenzen ist auf eine hinreichende Entkopplung in den Speisespannungen nahe beim Verstärker zu achten.
4. Da die PIN-Diode BXP65 (304-346) eine kleine aktive Fläche besitzt, läßt sich das Ansprechverhalten durch eine Linse erheblich verbessern, die den Strahl auf die Oberfläche fokussiert. Diese Linse muß keine besondere Qualität besitzen und kann sogar ein Plastikformteil sein.

Densitometer

In der in Bild 11 dargestellten Anwendung wird der Ausgangsstrahl des Laserdiodenmoduls durch eine Frequenz F_{MOD} moduliert. Die gleiche Frequenz wird dem Lock-In-Verstärker (bzw. einem phasenempfindlichen Gleichrichter/Demodulator) als Referenzsignal zugeführt. Der Lock-In-Verstärker demoduliert das Detektorausgangssignal und unterdrückt hierbei alle Störsignale, deren Phase nicht synchron zur Referenzfrequenz liegt. Mit einem derartigen Aufbau werden Unterbrecherzahnräder und deren zugehörige

Steuerelektronik überflüssig, die bei anderen Lasertypen erforderlich sind. Derartige Systeme können eine Strahlbedämpfung von mindestens 10^{-3} verarbeiten.

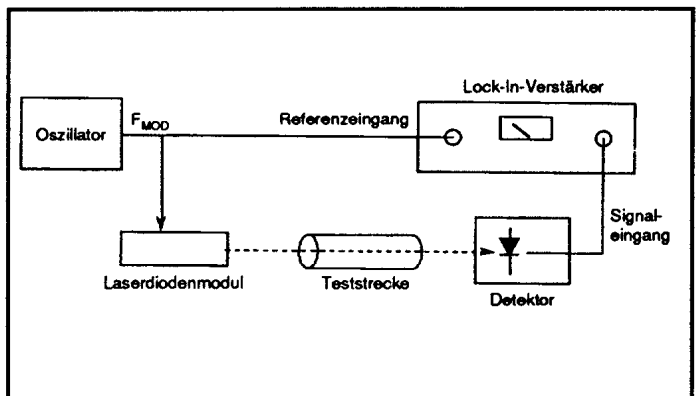


Bild 11

Abstandsmessung

In dieser Anwendung projiziert der Laser einen Lichtstrahl auf die Oberfläche des Objekts, das erkannt werden soll. Ein linearer Positionssensor erkennt das photometrische Zentrum des reflektierten Strahls. Der Laser und der Detektor sind so aufgebaut, daß sie tatsächlich eine Einheit bilden. Ändert sich der Abstand zwischen dem Laser und der abgetasteten Oberfläche, so verschiebt sich dementsprechend der Einfallspunkt des reflektierten Strahls auf dem linearen Positionssensor. Der Abstand zwischen Laser und Objekt läßt sich dann entweder geometrisch bestimmen oder spezifisch so einstellen, daß der reflektierte Strahl mittig auf dem Detektor auftrifft.

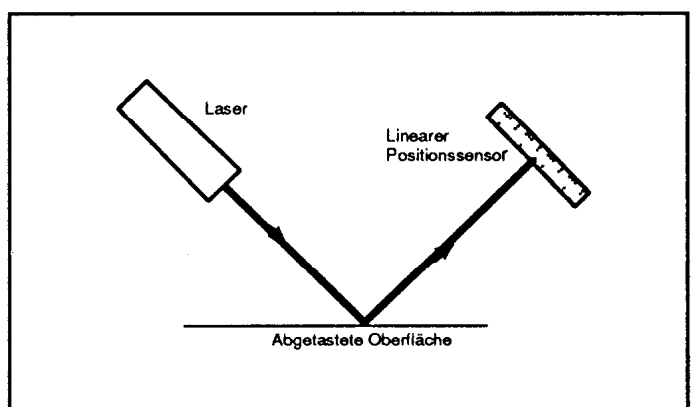


Bild 12

Datenübertragung oder Lichtschranke für mittlere Strecken

In diesem System weitet Linse 1 den Strahl soweit auf, daß der Detektor bei Luftturbulenzen weiterhin empfängt. Linse 2 fokussiert den Lichtstrahl auf den Detektor. Eine Linse von 60 mm Brennweite anstelle der Standard-Kollimatorlinse ergibt einen Strahl von etwa 25 mm Durchmesser. Bei Unterbrechung des

Strahls erfolgt keine Übertragung. Bei Applikationen zur Datenübertragung ist es deshalb wichtig, eine derartige Unterbrechung zu unterbinden. In einem derartigen Fall überträgt der Laser Daten in Form eines kodierten "Wortes". Bei Sicherungsanwendungen wird diese Strahlunterbrechung dazu benutzt, den Durchtritt von Personen oder Objekten festzustellen.

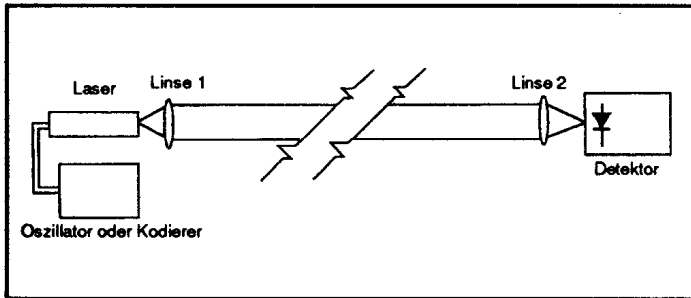


Bild 13

Detektor für Rauch oder Nebel

Ein derartiger Detektor enthält ein Laserdiodenmodul, das einen Strahl modulierten Lichtes durch die Atmosphäre abgibt und einen Detektor, der das Signal empfängt. Rauch oder Nebel bedämpfen den Strahl und verringern die Signalamplitude. Bei Verwendung eines Referenzstrahls können so Schwankungen der Laser-Ausgangsleistung kompensiert werden.

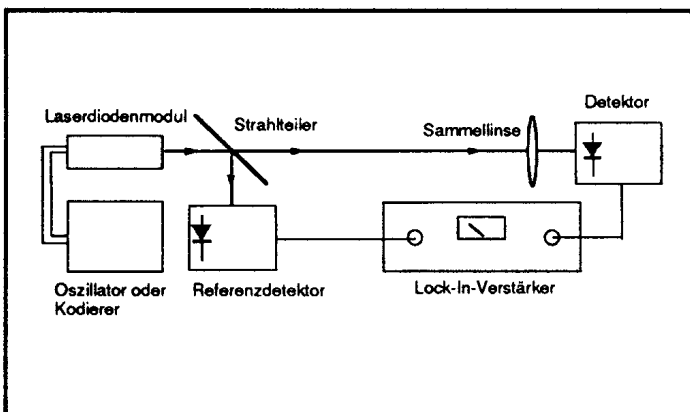


Bild 14

Alternativ hierzu können Laser und Detektor auch nebeneinander angeordnet werden, so daß das System auf diffus reflektiertes Licht anspricht. In dieser Konfiguration spricht der Detektor auf das Laser-Signal dann an, wenn genügend Rauch oder Nebel vorhanden ist. Da dieses System nicht von Amplitudenschwankungen abhängt, entfällt in den meisten Fällen die Notwendigkeit, einen Referenzstrahl vorzusehen.

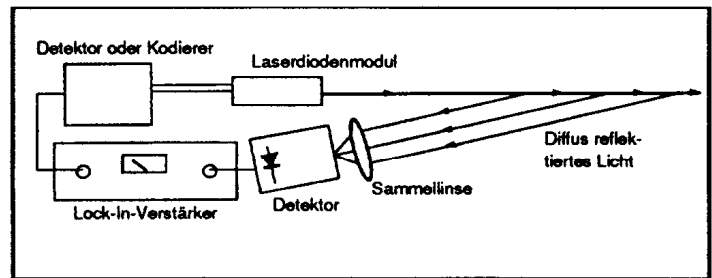


Bild 15

Ausrichtung

Es gibt viele Anwendungen, bei denen Geräte Objekte auf einen bestimmten Punkt ausrichten oder setzen müssen. Das hier beschriebene Ausrichtungsverfahren eignet sich ideal für Fälle, bei denen Änderungen in der Umgebungshelligkeit zu erwarten sind, die sonst die Genauigkeit des Ergebnisses beeinflussen könnten. Durch diametral gegenüberliegende Quadranten eines Quadrantendetektors läßt sich die Position eines Lichtpunktes genau feststellen, der auf den Detektor auftrifft. Sind die Signale in allen vier Quadranten gleich, so sitzt der Lichtpunkt genau im Mittelpunkt des Detektors. Fremdlicht, das auf einen Teil der Diode fällt, würde als Positionsverschiebung erkannt, jedoch läßt sich dieser Einfluß durch Verwendung eines modulierten Laserlichtstrahls ausschließen.

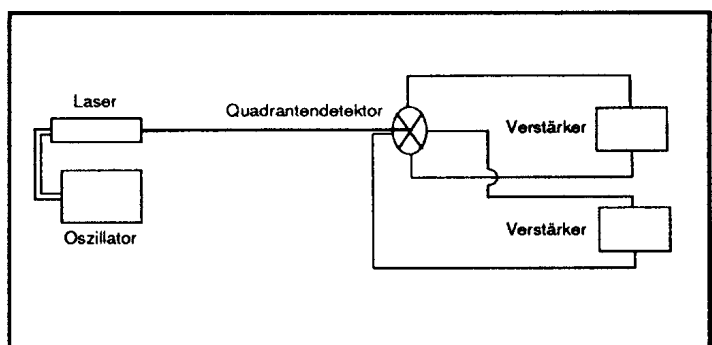


Bild 16

Zwei derartige Systeme, die nebeneinander auf dem auszurichtenden Objekt angebracht sind, ergeben nicht nur eine größere Genauigkeit der XY-Position, sondern können auch Rotationsfehler anzeigen. Die Lichtpunkte von den Lasern 1 und 2 geben nicht nur die Vertikal- und Horizontalposition an, sondern zeigen auch dadurch eine Verdrehung der Verbindungslinie zwischen den beiden Lichtpunkten gegenüber der der beiden Detektoren an, daß der Lichtpunkt aus Laser 1 unter dem Mittelpunkt von Detektor 1, der Lichtpunkt von Laser 2 über dem Mittelpunkt von Detektor 2 liegt.

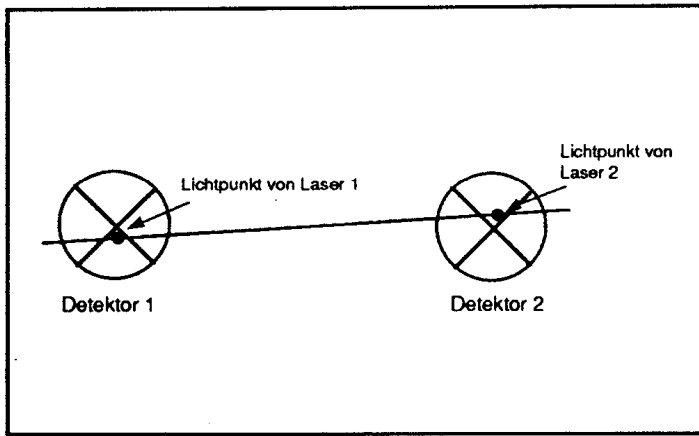


Bild 17

Sicherheit von Lasern

Lasers erzeugen Strahlen eines intensiven monochromatischen Lichts, das gesundheitliche Schäden verursachen kann. Diese Gefährdung hängt von zahlreichen Faktoren ab, darunter der Wellenlänge, der Leistung oder Energie des Lichtstrahls und der Emissionsdauer. Das Auge ist hier das empfindlichste Organ, da es versuchen wird, die Lichtstrahlung des Lasers auf der Netzhaut zu fokussieren, so daß dort die Energiedichte um ein Vielfaches ansteigt. Bei ausreichend hoher Bestrahlungsstärke des Lasers können sich unter der Einwirkung des Lichtstrahls auch Hautschäden ergeben.

Die Sicherheit von Lasern wird durch die BS7192 abgedeckt, nach der Laserelemente entsprechend ihrem Strahlungspegel in Klassen einzuteilen sind. Diese Norm ist Pflichtlektüre für alle Anwender des Laserdiodenmoduls, auch OEM-Hersteller.

Das Laserdiodenmodul gibt eine Dauerstrahlung von einer Nennwellenlänge von 670 nm ab und ist als Laserprodukt in die Klasse II einzustufen.

Laserprodukte der Klasse II sind nicht augensicher, jedoch ergibt sich ein Schutz der Augen normalerweise durch die natürlichen Abwehrreaktionen, auch durch Blinzeln. Der unbeabsichtigte Blick in den Laserstrahl ist auch bei Verwendung von Sehhilfen* nicht gefährlich, jedoch sollte ein längerer Blick in den Strahl vermieden werden. Die Einwirkung des Strahls führt nicht zu Hautschäden.

Allgemeines: Das RS-Laserdiodenmodul wird komplett mit einer im Werk voreingestellten, einstellbaren und demontierbaren Optik geliefert. Für die

Einstellung der Optik ist ein Spezialschlüssel erforderlich, der zu jeder Einheit mitgeliefert wird. Durch eine derartige Einstellung läßt sich der Laserstrahl auf einen kleinen, hellen Punkt fokussieren, wobei aber das Risiko einer Gefährdung durch indirekte Bestrahlung † ansteigt.

Nach Abbau der gesamten optischen Einheit setzt sich der Anwender der vollen abgestrahlten Leistung der Laserdiode aus. Die Divergenz des aus der Diodenoberfläche austretenden Laserstrahls ist aber so groß, daß die Energiedichte gering ist und der Anwender keine Gefährdung zu befürchten hat, die über die normale Gefährdung der Klasse II hinausgeht.

Klassifizierte Laserprodukte, die zu einem späteren Zeitpunkt so modifiziert werden, daß sich ihre Leistungsmerkmale oder Verwendungszwecke ändern, müssen nochmals überprüft und bei Bedarf neu klassifiziert werden. Wer derartige Änderungen vornimmt, ist insgesamt dafür verantwortlich, eine erneute Klassifizierung vornehmen und das Produkt gemäß BS7192 neu kennzeichnen zu lassen.

Der aus dem Laserdiodenmodul austretende Laserstrahl soll nach Möglichkeit am Ende seines beabsichtigten Strahlwegs immer durch diffusreflektierendes Material aufgefangen werden. Es empfiehlt sich auch, den Laserstrahl in der Aperturöffnung des Lasers durch die mitgelieferte Plastikkarte abzublenden, wenn das Lasersystem längere Zeit eingeschaltet bleibt, ohne benötigt zu werden.

Das RS-Laserdiodenmodul wird mit Etiketten gemäß BS7192, IEC825 und FDA 21 CFR Teil 1000 geliefert. Die Bilder auf Seite 8 dieses Datenblattes zeigen Reproduktion aller am Produkt angebrachten Etiketten und deren Positionen.

Hinweise:

* Sehhilfen sind Brillen, Lupen, Teleskope, Ferngläser und ähnliche Geräte.

† Zur indirekten Bestrahlung gehören alle optischen Bedingungen, bei denen das Auge der Laserstrahlung ausgesetzt ist, nicht aber der länger-dauernde Blick in die Laserstrahlungsquelle.