

DIN EN 62801

ICS 31.260

Einsprüche bis 2014-03-10

Entwurf

**Messverfahren von Halbwellenlängenspannungen und Chirp-Parameter
für Mach-Zehnder-Modulatoren in drahtlosen Kommunikations- und
Rundfunksystemen
(IEC 103/120/CDV:2013);
Englische Fassung FprEN 62801:2013**

Measurement Method of a Half-Wavelength Voltage for Mach-Zehnder Optical Modulator
in Wireless Communication and Broadcasting Systems

(IEC 103/120/CDV:2013);

English version FprEN 62801:2013

Méthode de mesure d'une tension d'une demi-longueur d'onde relative aux modulateurs
optiques Mach-Zehnder dans les systèmes de communication et transmission
radiofréquence

(CEI 103/120/CDV:2013);

Version anglaise FprEN 62801:2013

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-01-10 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 40 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die englische Originalfassung des europäischen Dokuments FprEN 62801:2013 „Messverfahren von Halbwellenlängenspannungen und Chirp-Parameter für Mach-Zehnder-Modulatoren in drahtlosen Kommunikations- und Rundfunksystemen“ (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 103/120/CDV:2013 „Measurement Method of a Half-Wavelength Voltage for Mach-Zehnder Optical Modulator in Wireless Communication and Broadcasting Systems“ unverändert in den Entwurf FprEN 62801:2013 übernommen worden.

Das internationale Dokument wurde vom TC 103 „Transmitting equipment for radiocommunication“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Das Präsidium des DIN hat mit Präsidialbeschluss 1/2004 festgelegt, dass DIN-Normen, deren Inhalt sich auf internationale Arbeitsergebnisse der Informationsverarbeitung gründen, unter bestimmten Bedingungen allein in englischer Sprache veröffentlicht werden dürfen. Das K 734 hat mit RS_734_2013-0024 beschlossen, dass die Bedingungen des DIN-Präsidialbeschlusses 1/2004 für das vorliegende Normprojekt erfüllt sind.

Da sich die Benutzer der vorliegenden Norm der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die englische Fassung der IEC 62801 veröffentlicht. Zu deren Abschnitt 3, der die Abkürzungen und Begriffe festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als informativer Nationaler Anhang NA der vorliegenden Norm hinzugefügt. Für viele der verwendeten Begriffe existieren keine gebräuchlichen deutschen Benennungen, da sich die deutschen Anwender in der Regel ebenfalls der englischen Benennungen bedienen. Diese Norm steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Rechtsvorschriften und ist nicht als Sicherheitsnorm anzusehen.

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 dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 734 „Funksender und Umsetzer“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Es ist vorgesehen, auch bei der entsprechenden zukünftigen Deutschen Norm auf die Deutsche Sprachfassung zu verzichten und diese in der englischsprachigen Fassung zu veröffentlichen.

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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

Die deutschen Übersetzungen haben Empfehlungscharakter und können nur die ungefähre Begrifflichkeit in Deutsch wiedergeben. Unter Experten wird empfohlen, ausschließlich die englischen Fachbegriffe zu verwenden, um die Gefahr von Missverständnissen zu reduzieren.

3 Begriffe

Die das physikalische Konzept betreffende Terminologie, die Gerätetypen, die allgemeinen Begriffe, die sich auf Leistungsfähigkeit und Kenndaten beziehen, sind in DIN EN 62007-1 Ausgabe 2.0, 2009, und DIN EN 62007-2 Ausgabe 2.0, 2009 zu finden.

3.1.1

Halbwellenlängenspannung: V_{π}
(en: Half-wavelength voltage: V_{π})

erforderliche Spannung für einen auf dem Pockels-Effekt basierenden optischen Mach-Zehnder-Modulator, um eine Phasenverschiebung von einer halben Wellenlänge zwischen den Lichtwellen der beiden Arme des Mach-Zehnder-Interferometers zu erzeugen. Sie entspricht dem EIN/AUS Verhalten des optischen Mach-Zehnder-Modulators.

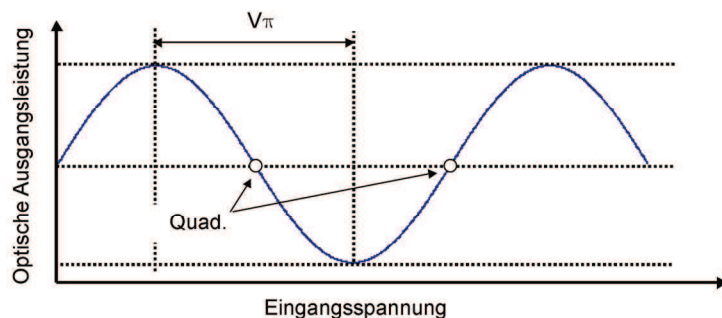


Bild 3.1 Übertragungskennlinie eines optischen Mach-Zehnder-Modulators

3.1.2

normierter optischer Modulationsgrad
(en: Normalized optical modulation index: **NOMI**)

Für den optischen Mach-Zehnder-Modulator ist der normierte OMI (NOMI) definiert als das Verhältnis der Steuerspannung zur Halbwellenlängenspannung des Modulators.

$$NOMI = (V_{pp} / V_{\pi}) \times 100 [\%] \quad (3.1)$$

wobei

V_{pp} die angelegte Spannung (Spitze-Spitze-Spannung) ist;
 V_{π} ist die Halbwellenlängenspannung.

NOMI kennzeichnet nicht den tatsächlichen Modulationsindex, der als das Verhältnis der optisch modulierten Signalleistung zur mittleren optischen Leistung definiert ist. Die ausführlichen Erklärungen von OMI einschließlich Messverfahren sind im Anhang A beschrieben.

3.1.3

Löschverhältnis
(en: extinction ratio)

Löschverhältnis (R_{ext}) ist definiert als das Verhältnis von zwei optischen Leistungspegeln des optischen Signals das durch den optischen Modulator erzeugt wird

$$R_{ext} = 10\log(P1/P2) \quad (3.2)$$

wobei

$P1$ der erzeugte optische Leistungspegel ist, wenn die Ausgangsleistung "EIN" ist;

$P2$ der erzeugte Leistungspegel ist, wenn die Ausgangsleistung "AUS" ist

ANMERKUNG 1 zum Begriff: Das Löschverhältnis wird manchmal als lineares Verhältnis und nicht in dB ausgedrückt.

NA 3.2 Abkürzungen

$V\pi$	Halbwellenlängenspannung	(en: Half-wavelength voltage)
OMI	optischer Modulationsgrad	(en: Optical Modulation Index)
NOMI	normierter optischer Modulationsgrad	(en: Normalized Optical Modulation Index)
IM2	Intermodulationsverzerrung 2. Ordnung	(en: Second-order Inter-Modulation distortion)
IM3	Intermodulationsverzerrung 3. Ordnung	(en: Third-order Inter-Modulation distortion)
CSO	IM ₂ -Nutzsignalverhältnis	(en: Composite Second-Order distortion)
CTB	IM ₃ -Nutzsignalverhältnis	(en: Composite Triple-Beats distortion)

Committee Draft for vote (103/XX/CDV)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**Measurement Method of Half-Wavelength Voltage for
Mach-Zehnder Optical Modulator in Wireless Communication and
Broadcasting Systems**

INTRODUCTION

A variety of microwave-phonic devices may be used in wireless communication and broadcasting systems. An optical modulator is an interface which converts an electronic signal to an optical signal. In the field of optical fiber communication systems, the IEC 62007 standard series "Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications" were published in 1999. In the field of wireless systems, specifications of inter-modulation and composite distortion of modulators have been the important issue and have been typically negotiated between users and suppliers. During the International Meeting on Microwave Photonics, a proposal was announced to address standardizations for key devices for Radio over Fibre (RoF) systems.

A RoF system is comprised mainly of two parts; one is the RF to photonic converter (E/O), and the other is the photonic to RF converter (O/E). Radio waves are converted into an optical signal at E/O, and the signal is transferred through the optical fiber, and then the radio waves are regenerated at O/E. The nonlinear distortion characteristics of both E/O and O/E are important for the performance of the system. Semiconductor photodiodes are commonly used for O/E. Several types of optical modulator are used for E/O, such as Mach-Zehnder modulators, electro-absorption modulators and directly modulated laser diodes (LDs).

This document is prepared to provide industry standard measurement methods for evaluating electro-optic material based Mach-Zehnder optical modulators, to be used in wireless communication and broadcasting systems. The nonlinear distortion characteristics are also important for the performance of the systems. The intermodulation distortion of the MZM is calculated from the driving voltage and the half-wavelength voltage. The details of calculations of the second order intermodulation distortion (IM2) and the third order intermodulation distortion (IM3) are described in Annex B.

Measurement Method of Half-Wavelength Voltage for Mach-Zehnder Optical Modulator in Wireless Communication and Broadcasting Systems

1. Scope

This standard gives a measurement method of half-wavelength voltage applicable to Mach-Zehnder optical modulators in wireless communication and broadcasting systems. In addition, this method is also effective for the estimation of the intermodulation distortion of Mach-Zehnder optical modulators.

- Frequency range: 10 MHz to 30 GHz
- Wavelength band: 0.8-2.0 μm
- Electro-optic material based Mach-Zehnder optical modulators and their modules

2. Normative references

For the purposes of this document, the following references apply:

[1] IEC 62007-1 *Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications Part 1: Essential ratings and characteristics*

[2] IEC 62007-2 *Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications Part 2: Measurement methods*

3. Terms, definitions and acronyms

For the purpose of this document, the following terms and definitions apply.

3.1 Terms and definitions

The terminology concerning the physical concept, the type of devices, the general terms, those related to rating and characteristics can be found in IEC 62007-1, Edition 2.0, 2009, IEC 62007-2, Edition 2.0, 2009.

3.1.1 Half-wavelength voltage: V_{π}

This is the voltage required for a Pockels effect material based Mach-Zehnder optical modulator to induce a phase shift of one-half a wavelength between the lightwaves of two arms of the Mach-Zehnder interferometer. It corresponds to an ON/OFF voltage of the Mach-Zehnder optical modulator.

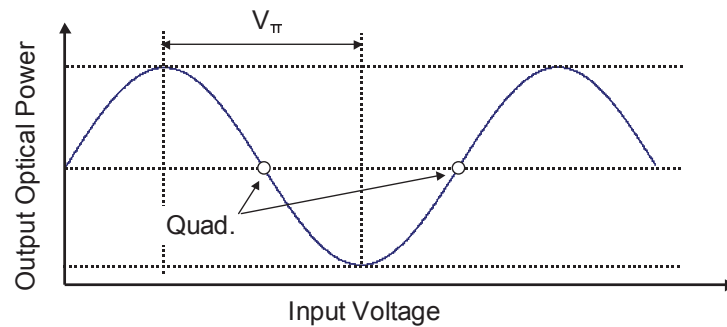


Figure 3.1 A transfer curve of a Mach-Zehnder optical modulator

3.1.2 Normalized optical modulation index: NOMI

For the Mach-Zehnder optical modulator, a normalized OMI (NOMI) is defined as the ratio of driving voltage and half-wavelength voltage of the modulator,

$$NOMI = (V_{pp} / V_{\pi}) \times 100 [\%] \quad (3.1)$$

where

V_{pp} is the driving voltage (peak to peak voltage);

V_{π} is the half-wavelength voltage.

NOMI does not denote actual optical modulation index (OMI), defined as the ratio of the optical modulated signal power and the average optical power. The detailed explanations of OMI including measurement method are described in Annex A.

3.1.3 Extinction Ratio

Extinction ratio (R_{ext}) is defined as the ratio of two optical power levels of the optical signal generated by the optical modulator,

$$R_{ext} = 10\log(P_1/P_2) \quad (3.2)$$

where

P_1 is the optical power level generated when the output power is "on,"

P_2 is the power level generated when the output power is "off."

Note: The extinction ratio is sometimes expressed as a fraction not in dB.

3.2 Acronyms and symbols

The acronyms and symbols are shown in Table 3.1.

Table 3.1 Acronyms

Acronyms and Symbols	
V_{π}	Half-wavelength voltage
OMI	Optical Modulation Index
NOMI	Normalized OMI
IM2	Second-order Inter-Modulation distortion
IM3	Third-order Inter-Modulation distortion
CSO	Composite Second-Order distortion
CTB	Composite Triple-Beats distortion

4 Electro-optic material based Mach-Zehnder optical modulator

4.1 Mach-Zehnder optical modulator

4.1.1 Component parts

The optical modulators and their modules consist of basic parts as follows

- Mach-Zehnder interferometer type optical modulator
- input and output fibre pigtails (where appropriate)
- bias control port (where appropriate)
- photodiode for bias monitoring (where appropriate)
- laser diode for light source (where appropriate)
- thermal sensor (where appropriate)
- Peltier element (where appropriate)

4.1.2 Structure

- Electrode: lumped type, traveling-wave type, etc.
- Options: optical isolator, photodiode, half-mirror, laser-diode, etc.

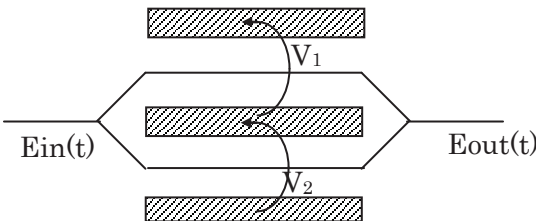


Figure 4.1

4.2 Requirements for Mach-Zehnder optical modulator

This method is based on the theoretical transfer curve of electro-optic material based Mach-Zehnder interferometer, where the phase shift of traveling light on each arm of the interferometer should be proportional to applied voltage, and the power of traveling lightwaves in each arm are almost the same. Requirements for the modulator of this measurement method are as follows.

4.2.1 Substrate material

The main substrate materials of the modulator should be the materials such as LiNbO₃, LiTaO₃, KH₂PO₄, PZT, PLZT, InP, GaAs, InGaAs, InAlAs, InGaAsP, CLD type chromophore containing polymer, FTC type chromophore containing polymer, etc., which realize electro-optic effect (Pockels effect). If strictly considered, semiconductor materials do not possess a pure electro optic effect, however, the semiconductor Mach-Zehnder modulators can be adjudged as electro-optic material based Mach-Zehnder modulators.

4.2.2 Optical waveguide design

The optical waveguide should be designed as a single Mach-Zehnder interferometer type comprised of two Y-junctions or symmetric directional couplers and parallel waveguides. Reflection type Mach-Zehnder optical modulators are included.

5. Sampling for quality control

5.1 Sampling

A statistically significant sampling plan shall be agreed upon by user and supplier. Sampled devices must be randomly selected and representative of production population, and must satisfy the quality assurance criteria using the proposed test methods.

5.2 Sampling frequency

Appropriate statistical methods shall be applied to determine adequate sample size and acceptance criteria for the considered lot size. In the absence of more detailed statistical analysis, the following sampling plan can be employed.

Half wavelength voltage: two units at least/manufacturing lot.

170

171 **6. Measurement method of half wavelength voltage**

172

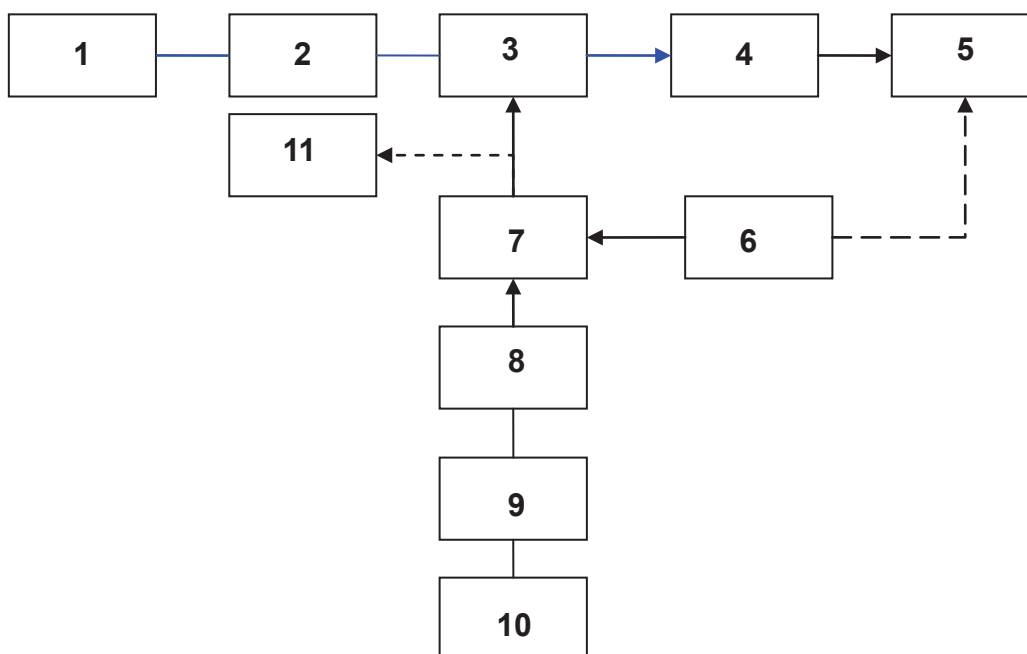
173 **6.1 Circuit diagram**

Figure 6.1 Circuit diagram

174

175

176 **6.2 Circuit description and requirement**

177

178 1= Laser diode

179 2= Polarization controller

180 3= Device Under Test

181 4= Photo Diode

182 5= Oscilloscope

183 6= Monitor Signal Source (SG2)

184 7= Bias Tee

185 8= (Step) Attenuator (Electrical)

186 9= Microwave Amplifier

187 10= Microwave Signal Source (SG1)

188 11= Power Meter or Spectrum Analyzer (electrical)

189

190 **6.3 Measurement condition**

191

192 **6.3.1 Temperature and environment**

193

The measurement should be carried out in the room from 5 °C to 35 °C a. If the operation temperature ranges of the measurement apparatuses are narrower than the above range, the specifications of the measurement apparatuses should be followed. It is desirable to control the measurement temperature within ± 5 °C in order to suppress the influence of the temperature drift of measurement apparatuses to a minimum. The temperature of the DUT can be changed using a temperature controller, as necessary, to verify the temperature dependence of the measured parameters, for example.

6.3.2 Warming up of measurement equipment

The warming-up time must be kept to typically 60 minutes, or the time written in the specifications of the measurement equipments or systems. Moreover, the warming up time should be taken to be the longest among all of the measurement equipment.

6.4 Principle of measurement method

The method for measuring the half-wavelength voltage (AC half-wavelength voltage) of a Mach-Zehnder type optical modulator is described here. In this method, the half-wavelength voltages of Mach-Zehnder type optical modulators can be measured accurately without depending on the bias voltage of an optical modulator. When the input RF signal to the modulator is set to such a specific level that the zero-order Bessel functions can be zero, the average optical output power of the modulator becomes constant regardless of the bias voltage. By measuring the input RF power or voltage at this condition, the half-wavelength voltage, V_π , is determined. This measurement can be achieved through a wide frequency range, though it needs a high-voltage signal source (of about 1.5 times of V_π).

6.4.1 Measurement principle

The optical output power of MZ modulators is given by,

$$I = \frac{I_0}{2} [1 + \cos(\Phi_1 + \Phi_2)] \quad (6.1)$$

$$\Phi_1 = \frac{\pi V_{pp}}{2V_\pi} \sin(2\pi f t) \quad (6.2)$$

$$\Phi_2 = \text{const.} \quad (6.3)$$

where ϕ_1 and ϕ_2 are the phase change caused by the high-frequency RF signal and that due to the bias voltage, respectively. V_π is the half-wavelength voltage at the RF signal frequency f , V_{pp} is the peak-to-peak voltage amplitude of the high-frequency wave, and I_0 is the maximum optical output power. The time average power of I , I' is calculated by,

$$I' = f \int_0^{1/f} \frac{I_0}{2} [1 + \cos(\Phi_1 + \Phi_2)] dt$$

$$= f \int_0^{1/f} \frac{I_0}{2} [1 + \cos \Phi_1 \cos \Phi_2 - \sin \Phi_1 \sin \Phi_2] dt \quad (6.4)$$

After some calculation from Eq. (6.4), we obtain,

$$\begin{aligned} I' &= f \int_0^{1/f} \frac{I_0}{2} \left[1 + \cos \left\{ \frac{\pi V_{pp}}{2V_\pi} \sin(2\pi f t) \right\} \cos \Phi_2 - \sin \left\{ \frac{\pi V_{pp}}{2V_\pi} \sin(2\pi f t) \right\} \sin \Phi_2 \right] dt \\ &= f \int_0^{1/f} \frac{I_0}{2} \left[1 + \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_n \cos(2n \cdot 2\pi f t) J_{2n} \left\{ \frac{\pi V_{pp}}{2V_\pi} \right\} \cos \Phi_2 - \sum_{n=0}^{\infty} 2 \sin \{(2n+1)2\pi f t\} J_{2n+1} \left\{ \frac{\pi V_{pp}}{2V_\pi} \right\} \sin \Phi_2 \right] dt \\ &= \frac{I_0}{2} \left[1 + J_0 \left(\frac{\pi V_{pp}}{2V_\pi} \right) \cos \Phi_2 \right] \end{aligned}$$

(6.5)

where

$$\varepsilon_n = \begin{cases} 1 & \dots n = 0 \\ 2 & \dots n \neq 0 \end{cases}$$

When the input RF signal is tuned so that the relation $\pi V_{pp \min} / (2V_\pi) = 2.405$ can be satisfied, the zero-order Bessel term in the Eq. (6.5) becomes zero, and the time average of the optical output power becomes constant. As shown in Figure 6.2, there are many voltage amplitudes at which the AC component of I' goes to zero. $V_{pp \min}$ denotes the lowest one of them.

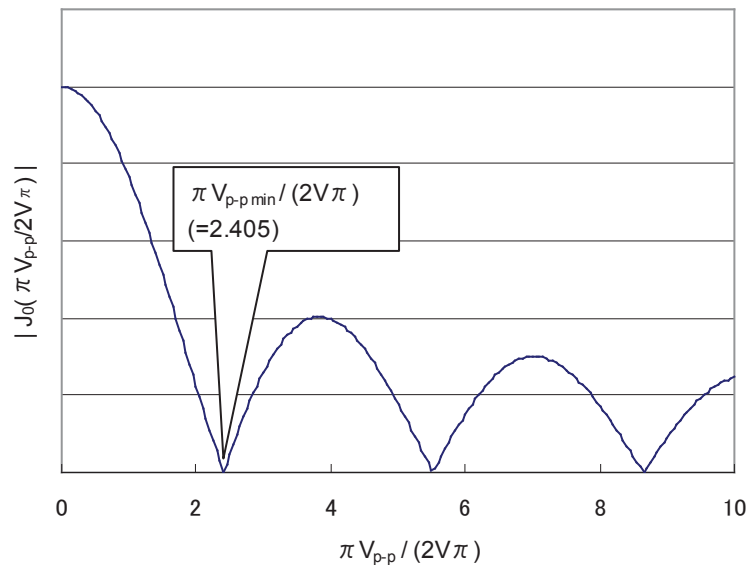


Figure 6.2 Zero-order Bessel function.

The schematic block diagram of the measurement setup is shown in Figure 6.3. In order to find easily the state where the optical output is constant, a low frequency signal for monitor (SG2) is superimposed on the RF signal. By adjusting the RF voltage amplitude of the high-frequency signal (SG1), the condition can be observed where the monitor signal (SG2) amplitude shows the minimum value. At this condition, the wave form of monitor signal is observed as a flat line on