

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Circuit boards and circuit board assemblies – Design and use –
Part 6-3: Land pattern design – Description of land pattern for through hole
components (THT)**

**Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation –
Partie 6-3: Conception de la zone de report – Description de la zone de report
pour les composants à trous traversants (THT)**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Circuit boards and circuit board assemblies – Design and use –
Part 6-3: Land pattern design – Description of land pattern for through hole
components (THT)**

**Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation –
Partie 6-3: Conception de la zone de report – Description de la zone de report
pour les composants à trous traversants (THT)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.180, 31.190

ISBN 978-2-8327-0069-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Description of a through hole component.....	9
4.1 Component body.....	9
4.2 Component leads.....	9
5 Padstack	10
5.1 Description	10
5.2 Pad types	10
5.2.1 General	10
5.2.2 General	10
5.2.3 Solder mask pads.....	10
5.2.4 Outer layer pads.....	11
5.2.5 Thermal pads	11
5.2.6 Anti-pads	11
5.3 Pad shapes.....	11
5.4 Holes – Considerations for plated-through hole dimensioning	11
5.5 Annular ring	12
6 Requirements on lands for solder joints.....	12
6.1 General.....	12
6.2 Land/Pad dimensioning for leaded terminals.....	14
6.3 Land shape for typical terminal shapes	14
Annex A (informative) Determination, assessment and calculation of land pattern	15
A.1 Consideration of creating holes.....	15
A.1.1 General	15
A.1.2 Punched.....	15
A.1.3 Drilled.....	16
A.1.4 Milled.....	16
A.1.5 Laser drilled.....	16
A.1.6 preformed / printed	17
A.2 Determination of THT component assembly	17
A.2.1 General	17
A.2.2 Manual assembly.....	17
A.2.3 Automated assembly	18
A.2.4 Press fit component assembly	18
A.3 Determination of the soldering process	18
A.3.1 General	18
A.3.2 Manual soldering	18
A.3.3 Reflow soldering.....	18
A.3.4 Wave soldering.....	18
A.3.5 Other soldering processes	18
A.4 Process flow to determine THT land pattern values.....	19
A.4.1 Purpose.....	19
A.4.2 Hole creation process	20

A.4.3	Drill tolerance	21
A.4.4	Solder gap	21
A.4.5	Copper foil	23
A.4.6	Layer positioning	23
A.4.7	Circuit board stack-up	24
A.4.8	Land size (pad-size)	24
A.4.9	Examples to be enclosed	25
Bibliography		31
Figure 1	– Leaded component	9
Figure 2	– Round lead	9
Figure 3	– Square lead	9
Figure 4	– Rectangle lead	9
Figure 5	– Padstack	10
Figure 6	– Terminal diameter, annular ring	13
Figure 7	– Basic design flow diagram for land pattern for THT	14
Figure A.1	– Circuit board manufacturing and assembly	15
Figure A.2	– Figure oblong pin	16
Figure A.3	– Protrusion of component terminal	17
Figure A.4	– Process flow of determining a land pattern	19
Figure A.5	– Proportional annular ring of a TH Terminal	20
Figure A.6	– Determination of gap ratio proportional to substrate thickness	22
Figure A.7	– Overview on the options of THT-calculation	25
Table 1	– Layer function and pad types	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CIRCUIT BOARDS AND CIRCUIT BOARD ASSEMBLIES –
DESIGN AND USE –****Part 6-3: Land pattern design –
Description of land pattern for through hole components (THT)****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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 61188-6-3 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology. It is an International Standard.

This first edition partially cancels and replaces the IEC 61188-5 series of International Standards.

The significant technical changes with respect to the previous edition are listed in the Introduction and further detailed information and calculations can be found in Annex A.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
91/1982/FDIS	91/1997/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 61188 series, published under the general title *Circuit boards and circuit board assemblies – Design and use*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The new series IEC 61188-6-xx replaces the below listed documents:

IEC 61188-5-1:2002, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-1: Attachment (land/joint) considerations – Generic requirements*

IEC 61188-5-2:2003, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-2: Attachment (land/joint) considerations – Discrete components*

IEC 61188-5-3:2007, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-3: Attachment (land/joint) considerations – Components with gull-wing leads on two sides*

IEC 61188-5-4:2007, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-4: Attachment (land/joint) considerations – Components with J leads on two sides*

IEC 61188-5-5:2007, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-5: Attachment (land/joint) considerations – Components with gull-wing leads on four sides*

IEC 61188-5-6:2003, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-6: Attachment (land/joint) considerations – Chip carriers with J-leads on four sides*

IEC 61188-5-8:2007, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-8: Attachment (land/joint) considerations – Area array components (BGA, FBGA, CGA, LGA)*

The content of the above documents is based on IPC-SM-782 Rev. A with Amendments 1 and 2, which was replaced in 2002 by IPC-7351. The component spectrum and pitch levels have dramatically changed since publication of the 61188-5-xx series and its dimensioning concept no longer fulfils state of the art mounting and soldering requirements.

This document provides guidelines and focus on land pattern for through hole terminals (THT).

Within the previous standards, primarily the pin diameter of the component and the assembly tolerances were considered.

The new approach is that a sufficiently available (proportional) land pattern is related to:

- size and shape of the component terminal
- the requirements of the assembly process and its used tools
- technology, structure, thickness and manufacturing process of the circuit board

in order to achieve the best possible solder joint due to manufacturability, the assembly result and the reliability of an assembled circuit board.

The variety and the possibility of building printed circuit boards has grown considerably over the years. The technologies can become very complex. The proportion of copper in the circuit board is determined by the number of layers or copper thickness per layer. This could lead to higher thermal capacity of the circuit board.

The general use of soldered THT components has declined dramatically. The requirements for current carrying capacity (e.g. wire thickness of inductors) have increased for the through-hole components used. At the same time, the use of wave soldering has declined in favour of selective wave soldering or other technologies.

A balance between heat source (soldering process) and heat sink (component or component pin and circuit board) must be found for required assembly results. The landing surface must be defined according to these requirements.

Detailed information and calculations can be found in Annex A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61188-6-3:2024

CIRCUIT BOARDS AND CIRCUIT BOARD ASSEMBLIES – DESIGN AND USE –

Part 6-3: Land pattern design – Description of land pattern for through hole components (THT)

1 Scope

This part of IEC 61188 specifies the requirements for lands and land pattern on circuit boards for the mounting of components with leads by soldering based on the solder joint requirements of IEC 61191-1 and IEC 61191-3.

This part of IEC 61188 specifies the requirements for soldering surfaces on circuit boards. This includes lands and land pattern for surface mounted components and also solderable hole configurations for through hole mounted components. These requirements are based on the solder joint requirements of IEC 61191-1, IEC 61191-2, IEC 61191-3 and IEC 61191-4.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60194-2, *Printed boards design, manufacture and assembly – Vocabulary – Part 2: Common usage in electronic technologies as well as printed board and electronic assembly technologies*

IEC 60352-5:2020, *Solderless connections – Part 5: Press-in connections – General requirements, test methods and practical guidance*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60194-2 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1

annular ring

amount of land that remains after a hole is drilled in the defined Padstack

3.2

finished hole size (FSH)

diameter after all metallization processes (galvanic processing) and additional surface finishing processes (final finish) have been completed

3.3

solder source side

side which is in contact with solder material (e.g. soldering wave, solder tip), usually the opposite side of the assembled THT component

3.4

solder target side

side where the component is usually placed

Note 1 to entry: The solder material will fill the THT from the opposite side (solder source side).

4 Description of a through hole component

4.1 Component body

Leaded components consist of a so-called body with electrical functional elements and leads which enable the connection to the circuitry of the circuit board by soldering (see Figure 1).



Figure 1 – Leaded component

4.2 Component leads

Leads of components for through hole mounting usually have a round, square or rectangular profile. For the Padstack design the maximum diameter of the lead is the determining parameter. The diameter of the through hole depends on the shape of the lead (for typical variations of leads see Figure 2, Figure 3 and Figure 4).

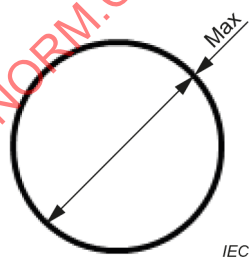


Figure 2 – Round lead

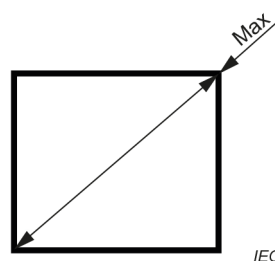


Figure 3 – Square lead

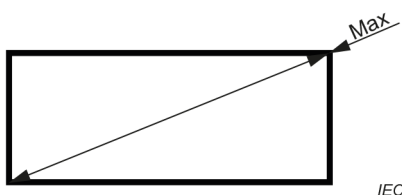


Figure 4 – Rectangle lead

5 Padstack

5.1 Description

A Padstack is the definition of the size and shape of the pads on each of the layers of a circuit board plus the definition of the hole size and type. Form and size of the pad depends on the lead form and size and the component body.

5.2 Pad types

5.2.1 General

There are specific functions using different shapes on different layer. Within the Library, a Padstack shall be described in general with all optional functions.

5.2.2 General

Depending on the layer function in the circuit board layer stack the pad function also will be different. Table 1 and Figure 5 give an overview of the relation between layer functionality and associated pad type.

Table 1 – Layer function and pad types

Layer function	Pad type	display
Solder mask	Top and bottom solder mask	negative data
Outer layer	Top and bottom pad (Land)	positive data
Inner signal layer	Inner layer pad	positive data
Inner power layer	Plane thermal or plane anti-pad	negative data

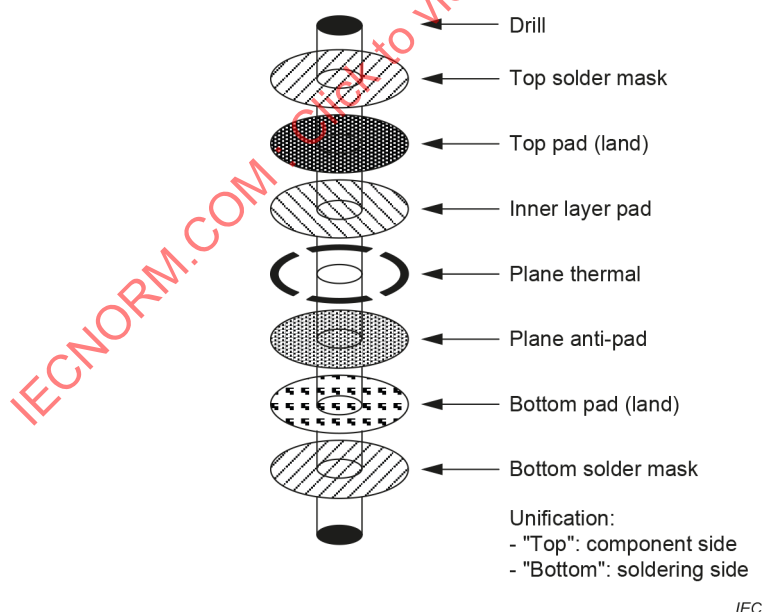


Figure 5 – Padstack

5.2.3 Solder mask pads

The solder mask pads define the metallic surface of the solder joint. Within the CAD tool the solder mask is displayed as inverse.

5.2.4 Outer layer pads

Outer layer pads describe the copper area which fixes the soldered device with the outer layer. Sometimes it can be helpful to distinguish between the component and the solder side.

5.2.5 Thermal pads

The feature of a thermal pad is used to prohibit heat dissipation during the soldering process, to get a reliable solder joint without degrading the circuit board base material.

5.2.6 Anti-pads

The so-called anti-pads are used to ensure insulation between the inner layer copper pads and the copper area of power planes. Usually the minimum size of the anti-pad is the minimum isolation distance of copper elements with different nets and the size of the inner layer pad.

5.3 Pad shapes

The basic elements of the Padstacks are polygons on each layer which represent the copper structures of the circuit board. These polygons can be circular, square or rectangular with rounded or chamfered corners or even variations of this shapes.

Sometimes a special pad shape such as a square pad on the component layer of the circuit board is used as pin 1 indicator.

5.4 Holes – Considerations for plated-through hole dimensioning

The used assembly technique will influence the hole diameter, additionally the number of pins per device and their alignment. Different assembly techniques shall have different hole calculations:

- The way of creating the hole (drilling, milling, punching, additive manufacturing, others)
- Insertion during assembly process (manual or automatic)
- Soldering process (manual, automatic, wave soldering, Through-Hole Reflow, others)
- Press fit terminals (Press in)

For the tolerance analysis, the dimensions considered for the lead to hole relationship come with an assumption that the end product hole diameter is a plated-through hole. Thus, the drilled hole diameter is somewhat larger in order to fulfil the requirements for the plating thickness of the hole wall.

Regarding multilayer internal Padstack requirements, the sum of the drillbit diameter and the minimal necessary annular ring determines the pad size and thus the relationship between the land and lead diameter have been compensated by adding 0,1 mm to the hole clearance requirement in order to accommodate the plating of the through-hole.

The land size (land shape) therefore considers all the features that make up the land to hole relationship. Usually the through-hole land requirements are based on multilayer technology. If a single side circuit board is used, the hole size must be a little bigger. However, since the requirements for attachment require a lead clinch, the concepts used in this document can work for both plated and non-plated hole characteristics.

In the event that a non-plated hole is used to attach a component lead, which cannot be bent, the clearance between the lead and the hole is critical in order to reduce the amount of excess room for the solder attachment. In this instance the hole to lead relationship is reduced to a minimum clearance of 0,015 mm between the hole diameter and the maximum lead diameter. The land pattern concepts provided in this document shall have the hole size reduced, however it is recommended that the original land size be maintained in order to provide for a reliable solder joint formation.

Within the solderless connection of Press-in terminals, the diameter of the drilled hole is defined in the manufacturer's datasheet or applicable standards (IEC, IPC).

The land pattern of THT devices used on very thin rigid substrates, foil, flexible, or stretchable materials will have a different shape compared to typical rigid Substrates. Some devices use solderable mechanical snap-in pins e.g. to adopt the connector-Plug-in forces. For those holes the finished hole size diameter is usually described in the specification of the device. If the through-hole has additional functions, which are not described within this document, the land pattern design has to be aligned between supplier, designer (librarian), circuit board manufacturer and electronic manufacturing service.

5.5 Annular ring

An annular ring is defined as the amount of land that remains after a hole is drilled through it. Depending on the size of the annular ring a more or less robust solder joint will be formed. Therefore it may be a good choice to work with a proportional concept also for the relation between lead diameter and annular ring.

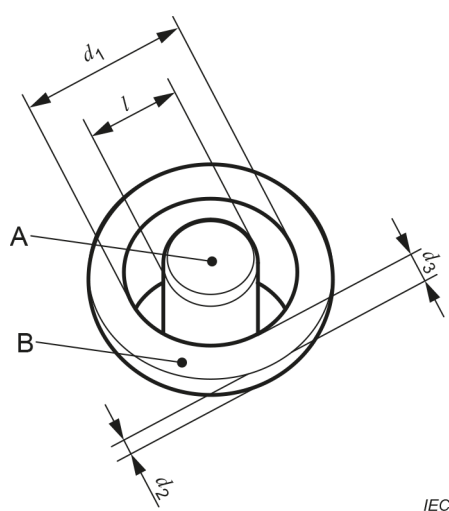
The size of the annular ring of press-in connections shall meet the requirements of the manufacturer's database and IEC 60352-5.

6 Requirements on lands for solder joints

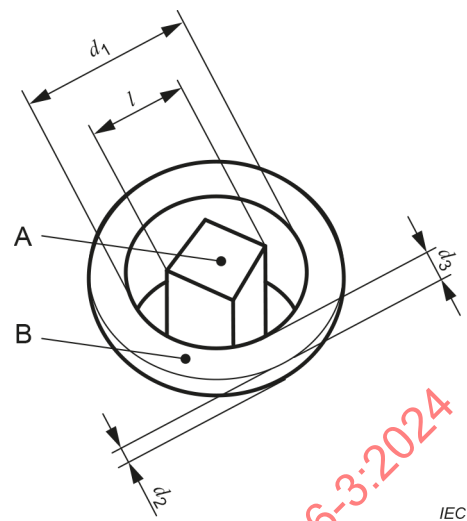
6.1 General

The calculation of a land pattern is based on the component terminal diameter (see Figure 6). Figure 7 shows the basic design flow diagram for land pattern for THT.

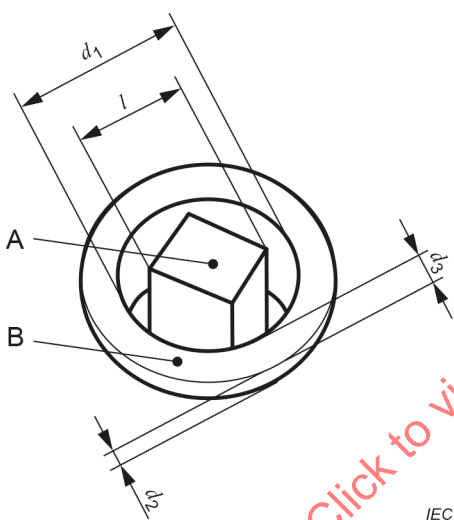
As a result of proper land and hole dimensioning a reliable solder joint will be formed during the soldering process. Thus, it is necessary to know which soldering method will be used during the manufacturing of the circuit board assembly.



a) Round terminal



b) Square terminal

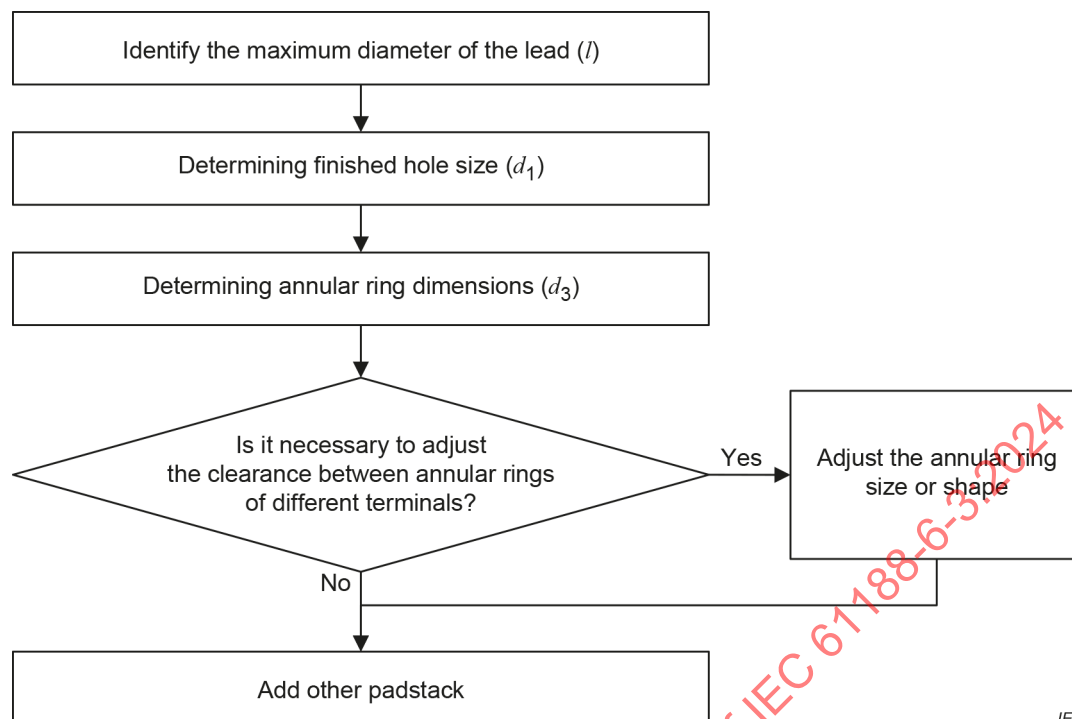


c) Rectangle terminal with drilled hole

Key:

- A component terminal
- B Land (soldering area)
- l diameter of component terminal
- d_1 diameter of hole; Finished hole size (FHS)
- d_2 copper thickness
- d_3 annular ring

Figure 6 – Terminal diameter, annular ring



IEC

Figure 7 – Basic design flow diagram for land pattern for THT

6.2 Land/Pad dimensioning for leaded terminals

Depending on the soldering method the requirements on the annular ring dimensions may be different. If hand soldering is used, a larger annular ring gives better thermal contact between the soldering tip and the land.

To improve hole fill with solder it can be helpful to increase the annular ring on the solder source side. To reduce heat dissipation it can be helpful to decrease the annular ring on the solder target side. This should be considered for lead free selective soldering.

The land/pad shall respect the copper thickness of the used copper foil and additional thickness as a result of the plating processes.

Depending on the weight per pin, of the assembled component, the land pattern shall be defined. If the circuit board technology does not allow a sufficient size, additional rules shall be implemented.

More detailed considerations, calculations and examples are described in detail in Annex A.

6.3 Land shape for typical terminal shapes

An additional spacing for the assembly process and its tolerance shall be respected.

The maximal size depends on the minimal electrical spacing between different terminals, or an array of terminals. Sometimes it is helpful use to square, octagonal, polygonal or oblong shapes. The land shape is able to indicate the polarisation (pin 1) of a THT component.

Annex A (informative)

Determination, assessment and calculation of land pattern

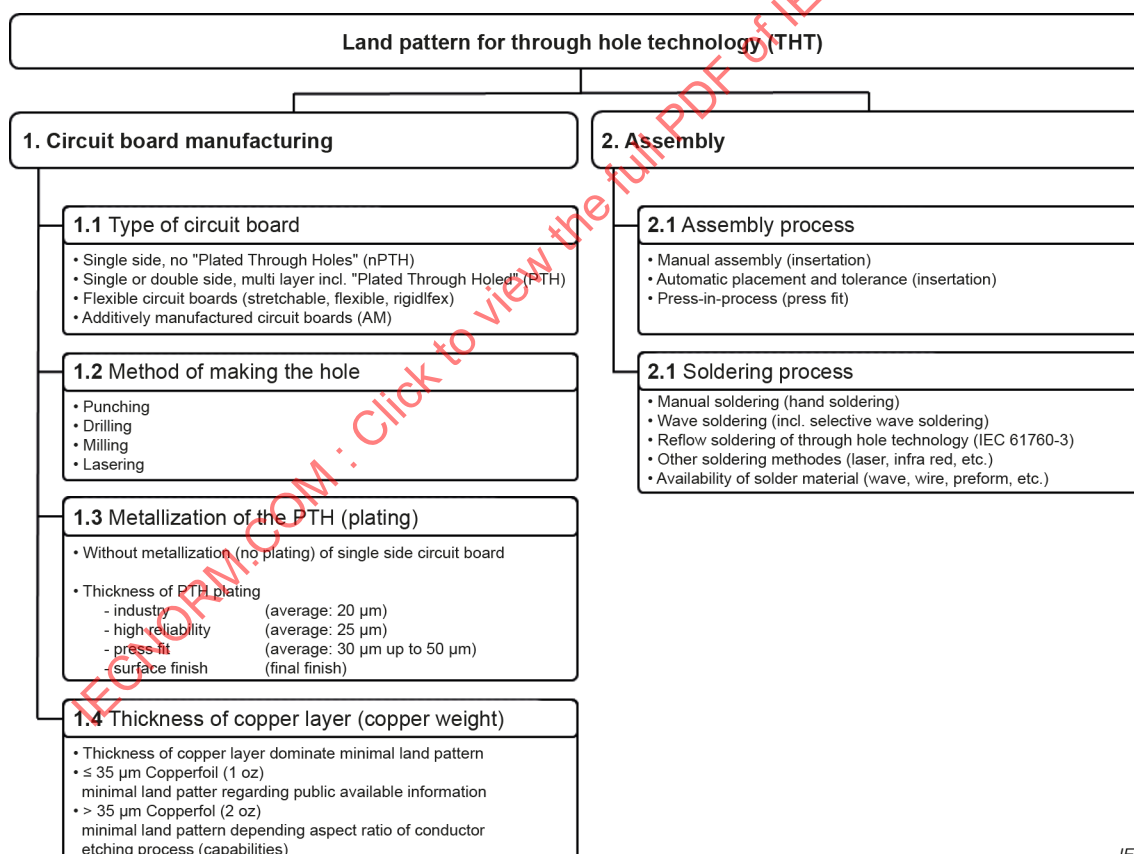
A.1 Consideration of creating holes

A.1.1 General

The majority of manufactured circuit boards use plated through holes (PTH). In cost sensitive consumer electronics, single side circuit boards are preferred. Those devices typically use land pattern on the opposite side of the mounted device. The land pattern must be defined large enough to fulfil the requirements of the assembly.

The land pattern of devices mounted on flexible circuit boards shall fulfil the requirements of the circuit board manufacturer and assembling processes.

The shape and size of the land pattern differ in the way the circuit board is manufactured and assembled. Figure A.1 gives an overview.



IEC

Figure A.1 – Circuit board manufacturing and assembly

A.1.2 Punched

Single side circuit boards with punched holes have only one "land" on the opposite side of the assembled part. Those boards do not have a metallization on the hole walls (barrel). With respect to the manufacturing process larger tolerances must be considered. The tolerance of the position and size of the hole depend on the tolerance of the punching tool. The land pattern for punched holes is typically larger than the land pattern for drilled holes.

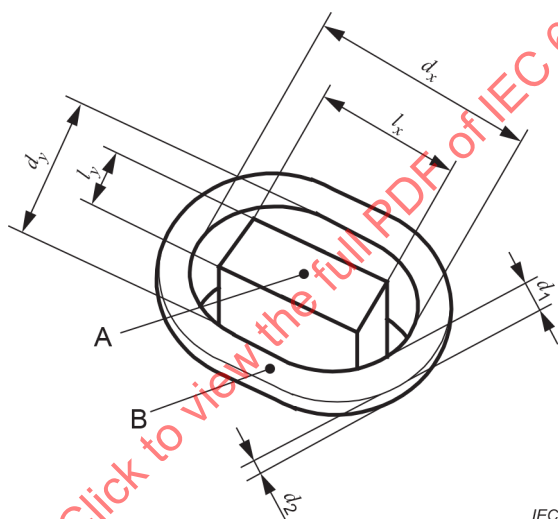
A.1.3 Drilled

The manufacturing process for drilled holes is well controlled. The tolerance depends on the size of the drilled holes. The smaller the size of the hole, the higher the precision of position and drilled hole size. Drilled holes are used for single-side, multi-layer and flexible or rigid-flexible circuit boards. This technique is used in almost every circuit board. The land pattern of PTH is dominated by the assembly process. The land pattern shall respect design considerations.

A.1.4 Milled

The leads of a few parts are designed to use slots or polygonal shapes, in some cases the device is fixed additionally (screw, rivet, etc.). To create this PTH a milling process is used. The land pattern shall respect the way of production in the circuit board shop and the assembly process. Milled holes have a larger tolerance in size and position compared to drilled holes.

An example for a milled plated slot is used to fix components. A typical terminal is given in Figure A.2.



Key

- A component terminal
- B Land (soldering area)
- l_x major dimension of terminal
- l_y minor dimension of terminal
- d_x major dimension of hole
- d_y minor dimension of hole
- d_2 copper thickness
- d_3 annular ring

Figure A.2 – Figure oblong pin

A.1.5 Laser drilled

It is possible to create PTH by laser drilling. However so far, this is not being used commercially.

A.1.6 preformed / printed

If the circuit boards (substrates) are manufactured in a similar way to moulded Interconnected Devices (MID) or additive manufacturing technologies like 3D-printing, the influence and tolerance of the production process shall be considered.

Criteria:

- circular / noncircular
- perpendicular
- even surface
- vertical direction or less deflection is to be described

NOTE It is possible to create sloped holes by using additive (printed) manufactured principles.

A.2 Determination of THT component assembly

A.2.1 General

The requirements of the assembling process shall be considered. If an automatic assembly process is used the land pattern shall consider the performance of the used method. The hole size, the land pattern and the length of the terminal (protrusion) shall be harmonized in such a way as to achieve an easy assembly and a reliable solder joint (see Figure A.3).

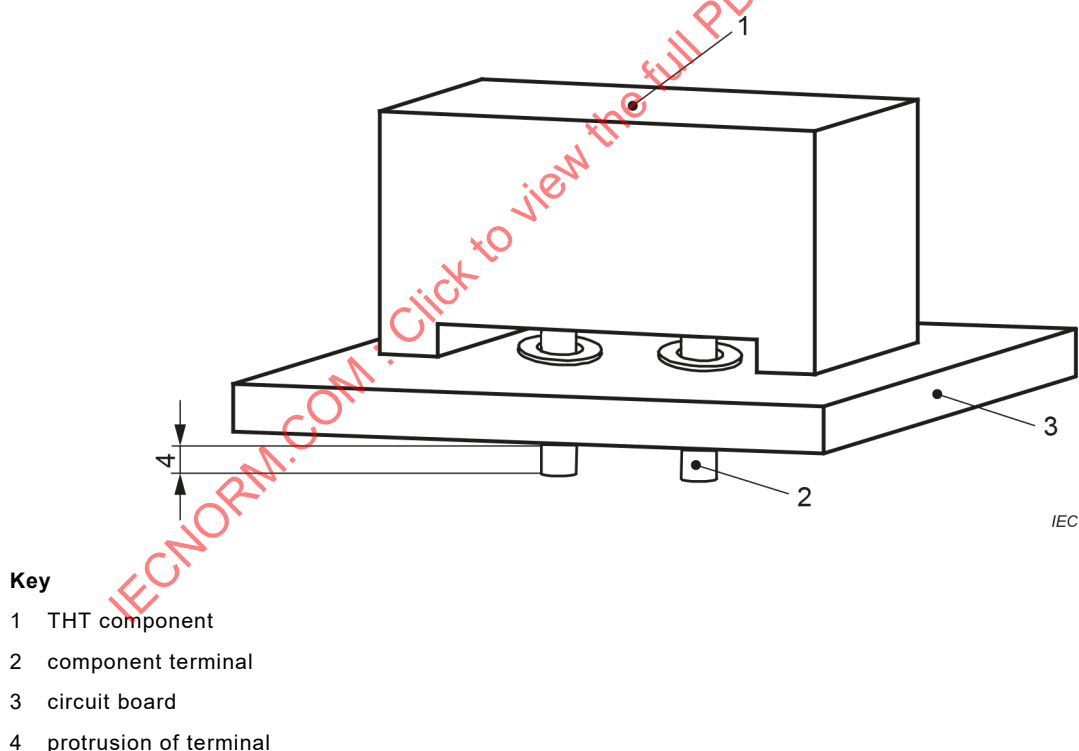


Figure A.3 – Protrusion of component terminal

To get a reliable solder joint the protrusion length of the terminal shall not be larger than 1,5 to 2,0 mm. The recommended minimum protrusion length is 0,5 mm.

NOTE When a circuit board thickness is 1,6 mm (widely used), a lead length of 3,1 mm to 3,6 mm is useable.

A.2.2 Manual assembly

If the devices are assembled manually, larger sized holes support the assembly process.

A.2.3 Automated assembly

If an automated assembly process is implemented the requirements (tolerance and precision of pick and place, tolerance of pin, tolerance of hole position and size) of the equipment manufacturer shall be fulfilled.

A.2.4 Press fit component assembly

Usually press fit pins shall not be soldered additionally. The land pattern for those pins shall meet the requirements of IEC 60352-5 and the general design rules regarding the used circuit board technique.

A.3 Determination of the soldering process

A.3.1 General

The soldering process affects the size of the land used for soldering. There is a general balance between the thermal capacity of the substrate and the provided temperature of the soldering process. The land pattern shall be defined according to the requirements of the used soldering process. Too small a land pattern cannot provide the necessary solder temperature for heavy copper or tin leads. If the pitch of the THT parts is too small, or the density of the placement is too high, a wave soldering process is not useable.

There are two possible layout definitions of the solder mask. Both variations are often used to define the solderable area of Surface Mounted Devices (SMD), especially within the usage of ball grid arrays.

The first is a solder mask defined pad. The diameter of the solder mask is smaller than the diameter of the outer layer pads. The second option is the non solder mask version. The diameter of the solder mask is larger than the diameter of the outer layer pads. Both variations do not have a strong effect, by using wave soldering process.

If the solder volume is limited by the soldering process, the variation of the solder mask can have a significant impact on the result (robot soldering or laser soldering).

A.3.2 Manual soldering

For hand soldered components, good vertical solder fill is achieved, because the soldering process occurs on the opposite side of the placed component. This usually leads to 100 % vertical solder filling since gravity acts in the same direction as the wetting force.

A.3.3 Reflow soldering

The size of lands for solder paste shall meet the requirements of IEC TR 61760-3-1.

A.3.4 Wave soldering

If the assembled devices shall be soldered using wave soldering or selective soldering process the land pattern size and orientation of the devices is important. It is necessary to prohibit electrical short cuts.

A.3.5 Other soldering processes

There are various solder processes like robot soldering, laser soldering, inductive soldering available on the market, most of them are highly automated. If special land pattern is required, the land pattern design has to be agreed between supplier, designer (librarian), circuit board manufacturer and electronic manufacturing service.

A.4 Process flow to determine THT land pattern values

A.4.1 Purpose

A useable process flow to determine the parameter for a recommended THT land is described in this Annex. Within a typical library process for new components, the person responsible for the library will determine an optimized THT land pattern. The terminal information concerning the size, shape and tolerances (diameter, positioning of the terminal) are available in the datasheet. In some publications and other documents frequently used values for land patterns are available.

One of the most used soldering methods for assembly is wave soldering. Today's range of available and used soldering methods is quite large and there will be new methods in the future. During the creation of a new component for the library, the physical design of the component is determined, regardless of how it will be soldered in a later designed assembly to achieve the best solder filling. The process flow shown in Figure A.4 supports the librarian:

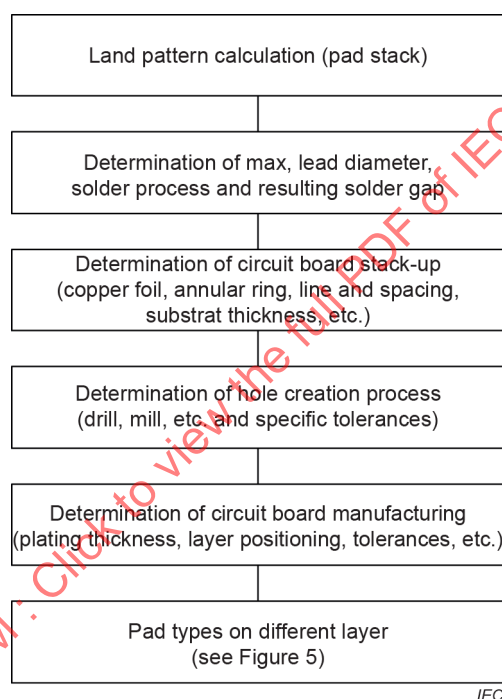


Figure A.4 – Process flow of determining a land pattern

The starting point for the calculation shall be the datasheet information of the device (component). It is possible that one device can use a mix of THT Terminals; optional mechanical functionality of the terminal (e.g. snap-in) could be included:

- different terminals with different diameter
- using a mix of different TH-Terminals (round, square and oblong)
- mixed up of different mounting technologies ("Through Hole" and SMD)

If different terminals are in use, the process flow for each shall be done. If available, information on tolerances of the terminal and position shall be considered. For additional surface mounted terminals (SMD-technology) the already published IEC 61188-6-2 shall be recommended.

The value of the finished annular ring is one major factor who has to be recognized. By using multi-terminal components (e.g. connectors, DIP, etc.) the pin-pitch and the minimal copper to copper clearance (due to plating and etching), or the electrical clearance (creepage) will dominate the land (annular ring). For example, connectors with THT-pins often use 2,54 mm pitch.

If the component has terminals with larger distances or pins with larger terminal diameter, the annular ring shall be proportional to this diameter. For easy use and calculation, three proportional values have proven suitable. The proportional values (factor) of annular ring can be: 50 %, 33,33 % or 25 % ($1/2$, $1/3$ or $1/4$) of the terminal diameter. The factors used shall be selected in such a way that the tolerances of the various manufacturing processes can be met. Figure A.5 describes this.

For currently known circuit boards, based on copper foils and copper plating, the minimal annular ring depends on the available line/spacing values. Usually very small annular rings are not recommended (Figure A.5). A maximal value of the annular ring is not specified, annular rings > 2,00 mm are not useful. If a larger annular ring is required, this shall be aligned with the assembly process.

For an overview, Figure A.5 has use three colours for determining annular ring sizes:

- red: no useable values (too small)
- yellow: depending on copper foil and plating process
- green: useable values

Wire/lead (of terminal)	Value for annular ring (%)		
Diameter (mm)	50 ($1/2$ = ▲)	33,33 ($1/3$ = ◆)	25 ($1/4$ = ●)
0,10	0,050	0,033	0,025
0,20	0,100	0,067	0,050
0,30	0,150	0,100	0,075
0,40	0,200	0,133	0,100
0,50	0,250	0,167	0,125
0,60	0,300	0,200	0,150
0,70	0,350	0,233	0,175
0,80	0,400	0,267	0,200
0,90	0,450	0,300	0,225
1,00	0,500	0,333	0,250
1,10	0,550	0,367	0,275
1,20	0,600	0,400	0,300
1,30	0,650	0,433	0,325
1,40	0,700	0,467	0,350
1,50	0,750	0,500	0,375
1,60	0,800	0,533	0,400
1,70	0,850	0,567	0,425
1,80	0,900	0,600	0,450
1,90	0,950	0,633	0,475
2,00	1,000	0,667	0,500
2,10	1,050	0,700	0,525
2,20	1,100	0,733	0,550

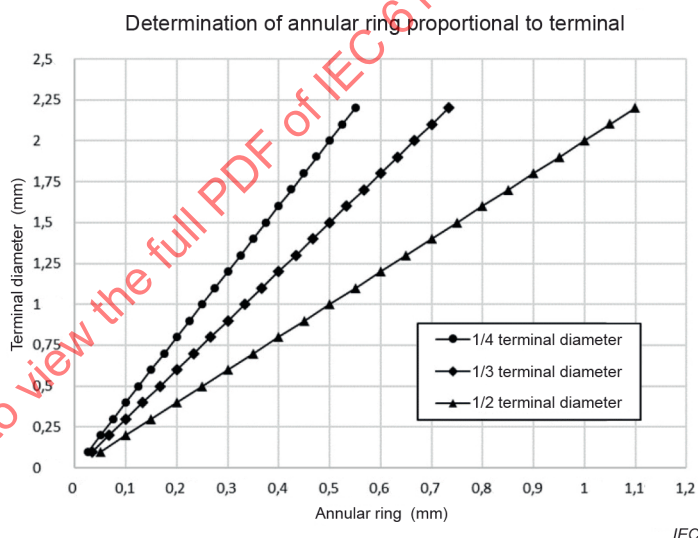


Figure A.5 – Proportional annular ring of a TH Terminal

A large terminal diameter influences the thermal capacity of the component and the soldering technique, which shall be used during assembly. The land pattern for a massive terminal diameter > 2,0 mm shall be agreed between user, supplier and used soldering process.

A.4.2 Hole creation process

The hole creation process and tools influence the land pattern. The goal is to achieve a homogeneous annular ring on every copper layer.

The following criteria can influence the process to create holes. Tolerance influences the drilling process.

a) Tolerance of drilling and milling

- Dimension (diameter) of drill tool and its tolerance
- parameter of the drilling machine
- Increased abrasion due special material (fibres, filler, etc.)
- Number of strokes (sharpness) or milling length

b) Punching

- Sharpness of tool (depending on usage or age)

c) Others:

- Laser creation of holes
- Additive manufacturing process (3D printing)

The most-used process to create THT holes is drilling. Some special component housings (e.g. with metal shielding) use milling to create the holes for rectangle (oblong) terminals. By using a CNC-based creation process of the hole, the influence on the land pattern is minimal and the variation goes with the tolerances. If the terminal diameter and the annular ring is very small, there could be an impact (proportional dependence).

There is no current information on the tolerances due to additive manufacturing (AM) processes. If AM is in use the tolerances shall be aligned with the used AM manufacturing process.

The used term in the calculation: T_h (tolerance hole).

A.4.3 Drill tolerance

Depending on the drilling principles different tolerances shall be recognized.

The following criteria can influence the drill tolerance:

- Positioning tolerance of the used machine
- Positioning tolerance of the registration
- substrate thickness or number of stacked substrates during drilling/milling process
- Tool-drift during drilling operation

The value of the land pattern shall be proportional to the described influence of drilling process. Due to the regular monitoring the number of drilled holes per tool and by using CNC-based creation process of the hole, the influence on the land pattern is minimal and the variation goes with the tolerances. If the terminal diameter and the annular ring is very small, there could be an impact (proportional dependence).

A.4.4 Solder gap

A.4.4.1 General

The solder gap describes the resulted spacing between the finished hole of a circuit board and the maximum size of the diameter of an associated components terminal.

A.4.4.2 General

The minimum through hole diameter of a circuit board, to insert a THT component, is determined by considering the diameter of component terminals, the terminal position tolerance, and the position accuracy of the pick-and-place machine. As mentioned in Clause A.3, the value of the soldering gap is defined by two subtopics:

- soldering process
- positioning tolerance of the device and its terminals

The solder gap will highly influence the quality of the soldered terminal. The solder gap shall be aligned with the soldering process and used substrate. Subclauses A.4.4.3 and A.4.4.4 will describe this in detail.

A.4.4.3 Soldering process

An important aspect of calculating a land pattern is to determine the usage of the soldering process of the THT component to achieve best filling level. Over the years, one majorly used solder process was wave soldering. New density of assemblies, and the reduction of THT device generally, led to alternative soldering processes:

- Selective wave soldering
- Inductive soldering
- automatic solder wire feeding (robot soldering)
- Preform soldering
- IR (Infra Red), Micro Wave (MW), laser soldering or reflow soldering (IEC TR 61760-3-1)

During the soldering process, different forces will influence the filling. For example, one is the capillary force, a second is gravity and another is the force of the dynamic shaft pressure of the solder wave.

The influence of gravity is a basic factor for the required minimum filling. By using "top down", solder principles (hand, robot, IR, laser, preform, inductive soldering) the capillary force and gravity will help to fill up the complete gap to achieve a 100 % filling.

If the soldering process uses a "bottom up" (e.g. wave soldering) principle, the value of the gap-size (bent terminals), the thickness of the substrate and the thermal capacity of the substrate will influence the filling. There are some results leading to the thesis that the gap of the selective "bottom up" solder processes value shall be larger relatively than the typical wave soldering process. As a result, the capillary force will reduce and the gravity force must be overcome by the dynamic shaft pressure of the solder wave.

Figure A.6 gives a general overview of the solder gap for soldering.

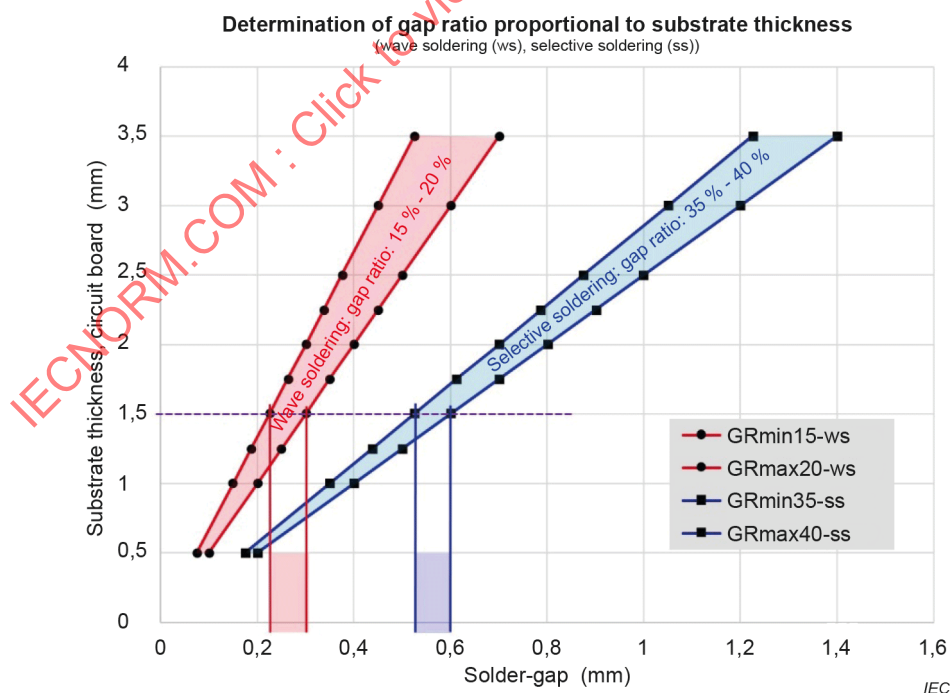


Figure A.6 – Determination of gap ratio proportional to substrate thickness

A general aspect which is considered, is the thickness of the substrate (circuit board thickness). There are some available publications which use the term "Gap Ratio" (GR). The GR describes the aspect ratio between the summed-up gap plus the terminal diameter, related to the board thickness. For example, in soldering thin flexible substrates, the "GR" Gap Ratio could be small. If the circuit board has a thickness $>$ or $>>$ than 1,50 mm the GR shall be adjusted.

One goal is to use a hole-size proportional to the thickness of the substrate.

Typical GR values are:

- GR_w (wave soldering): 15 % to 20 %
- GR_s (selective soldering): 35 % to 40 %

The GR has an impact on the solder quality and shall be considered during the land pattern calculation. Within the enclosed example-calculation the user can choose the value of the Gap Ratio. The calculation uses the minimum value.

A.4.4.4 Positioning tolerance (terminal position)

The positioning tolerance of the terminal is influenced by the drilled hole and the finish hole size (FSH). Depending on the complexity of the assembled component, the transportation system (bulk material, tape and reel, tray, and others) and the accuracy of the used mounting process (automatic, hand), it is possible that the positioning tolerance of a single component may vary.

The position tolerance or bending tolerance of the terminals shall be recommended and influence the size of the solder gap. Typical values of a wobble circle are from 0,2 to 0,4 mm. This results in a positioning tolerance from 0,1 mm to 0,2 mm. The positioning tolerance and the Gap Ratio can be combined and calculated within one value.

A.4.5 Copper foil

The manufacturing process of the circuit board will be mainly influenced by the used thickness of the copper foil. Primarily, the line/spacing has to be adjusted to the copper foil thickness and the copper plating process. Both factors directly influence the annular ring or the thermal tie of all available layers.

A simplified calculation for line spacing is the line and spacing of traces. Simplified, the value shall be three times larger than the finished copper thickness of the layer. The circuit board supplier can help to get the right line and spacing for the copper foil thickness used. The annular ring of the land is proportional to the copper thickness of the layer.

A.4.6 Layer positioning

Depending on the layer stack up and manufacturing process of the circuit board, positioning tolerances shall be recognized. If there are several laminating processes, based on a sequential build up stack up, the inner layer can stretch or blur. As a result, the layer positioning is not as predictable as the definition of the used data. To prevent annular rings being too small, the number of used copper layers and the used processes shall be adjusted (1/2, 1/3, or 1/4 of the terminal size). If one goal is to use small annular rings, e.g. smaller component terminal pitches (pin pitch), the annular ring is proportional to the lamination steps of the circuit board stack up.

A.4.7 Circuit board stack-up

The used stack-up (circuit board) has an influence on the annular ring (Figure 5). The copper weight, the number of copper layers and the copper balance per layer have an influence on the thermal capacity of the substrate. If there are many copper layers or high weight copper foils, the thermal capacity of the substrate will increase dramatically (see A.4.4.3). To achieve an acceptable filling of the THT solder, the used soldering process, the internal thermal connection between THT terminal and land shall be adjusted. There are some available publications which focus on this topic.

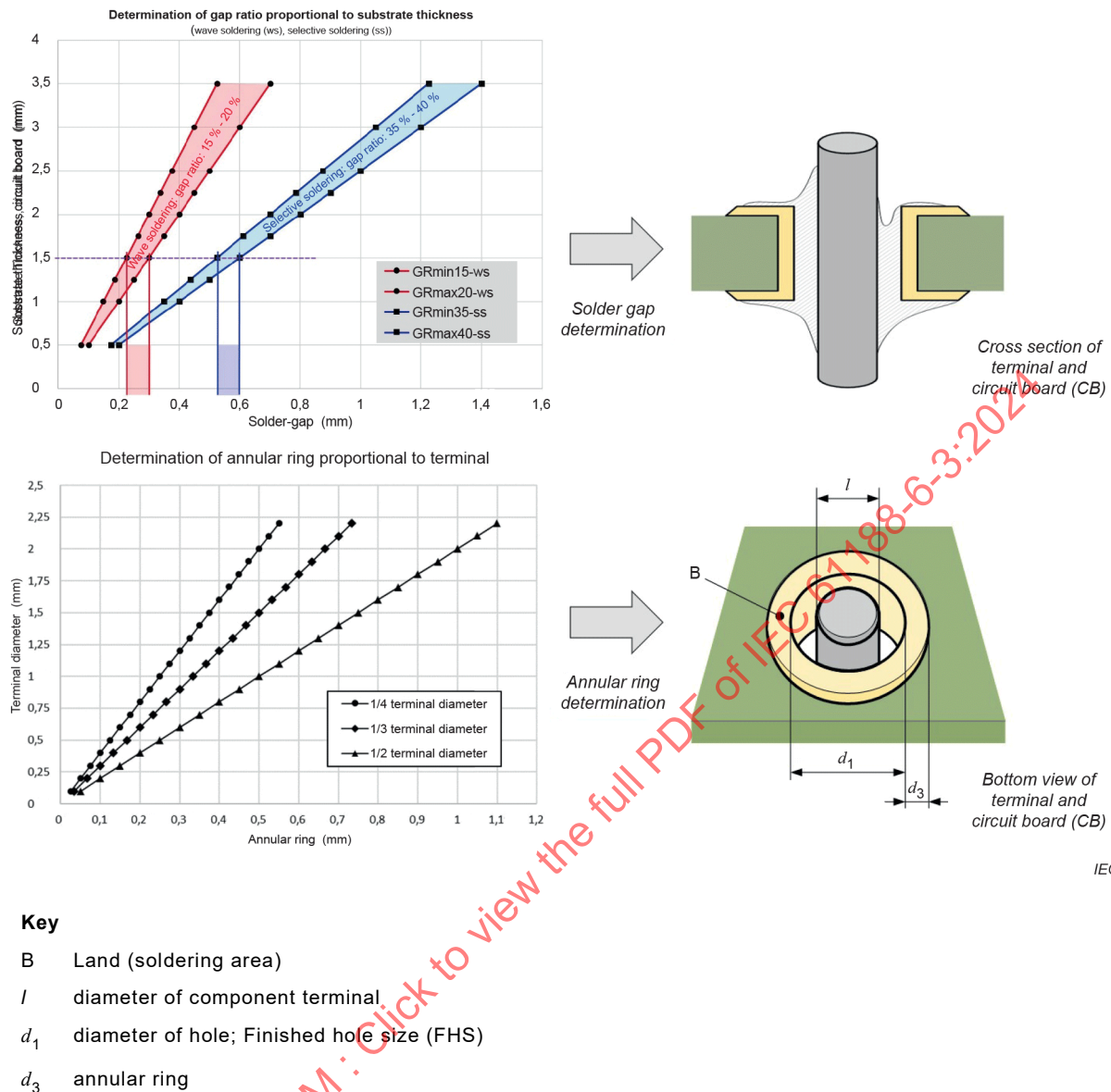
Additionally, the plated copper thickness of the finished hole will influence the thermal resistance of the barrel. A commonly used thickness of the barrel is between 0,020 mm to 0,025 mm. Regarding the recommendation on press-fit pins and the used circuit board manufacturing process, it is possible to use thicker plating for THT terminals. IEC 60352-5 describes the minimum requirements for press-fit components.

The influence on the land pattern of larger annular rings is minimal and the variation goes with the tolerances.

A.4.8 Land size (pad-size)

The pad size is a result of the decisions made in the former described process flow (Figure A.7).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61188-6-3:2024



IEC

Figure A.7 – Overview on the options of THT-calculation**A.4.9 Examples to be enclosed****A.4.9.1 Connector**

0,5 mm square terminals with 2,54 mm pitch, 6-layer 35 μ m circuit board (in case of very tight decimal places, a rounding up or down is recommended):

- circuit board: 1,5 mm final thickness
- wave soldering (bottom up): used gap ratio (GR_s): 35 %
- used line/spacing: 0,15 mm / 0,15 mm
- plated copper thickness (pc): 0,025 μ m
- annular ring proportional to pin-diameter: 25 %

The calculation shall be done in three steps:

- calculate the *FHS*:
 - a) Terminal diameter (*l*). Calculate diameter by using Pythagoras:
Pin diameter (spare): 0,5 mm; *l* = 0,71 mm
 - b) Calculating (*FHS*) d_1 :
 - i) $d_1 = l + GR_{s\text{-value}}$
 - ii) $d_1 = 0,71 \text{ mm} + (\text{final circuit board thickness} \times GR_{s\text{-value}})$
 - iii) $d_1 = 0,71 \text{ mm} + (1,5 \text{ mm} \times 35 \%)$
 - iv) $d_1 = 0,71 \text{ mm} + 0,525 \text{ mm}$
 - v) $d_1 = 1,235 \text{ mm}$
 - vi) rounding (two digits) of d_1 : 1,235 mm ~ 1,25 mm
- calculate the drill size (ds):
 - i) $ds = dl + (2 \times pc)$
 - ii) $ds = 1,25 \text{ mm} + 0,05 \text{ mm}$
 - iii) $ds = 1,30 \text{ mm}$
- calculate the diameter (*B*) of the land pattern (using annular ring: d_3):
 - i) 25 % annular ring of pin diameter (*l*):
 - ii) $d_3 = 0,71 \text{ mm} \times 25 \%$
 - iii) $d_3 = 0,1775 \text{ mm}$; rounded down: $l \sim 0,175 \text{ mm}$
 - iv) $B = (2 \times d_3) + FHS$
 - v) $B = (2 \times 0,175 \text{ mm}) + 1,25 \text{ mm}$
 - vi) $B = 0,35 \text{ mm} + 1,25 \text{ mm}$
 - vii) $B = 1,60 \text{ mm}$
- Results:
 - a) calculated drill size: ds : 1,30 mm
 - b) calculated *FHS*: dl : 1,25 mm
 - c) calculated land diameter, B : 1,60 mm

A.4.9.2 Inductor

1,0 mm round terminal, 10 mm pitch, 4-layer 105 µm circuit board (in case of very tight decimal places, a rounding up is recommended):

- circuit board: 2,0 mm final thickness
- selective soldering (bottom up); used gap ratio (GR_s): 35 %
- used line/spacing: 0,30 mm / 0,30 mm
- plated copper thickness (*pc*): 0,025 mm

The calculation shall be done in three steps:

- calculate the *FHS*:
 - a) Terminal diameter (*l*): 1,0 mm
 - b) Calculating (*FHS*) d_1 :
 - i) $d_1 = l + pc + GR_{s\text{-value}}$
 - ii) $d_1 = 1,00 \text{ mm} + (2 \times pc) + (\text{final circuit board thickness} \times GR_{s\text{-value}})$
 - iii) $d_1 = 1,00 \text{ mm} + (2,0 \text{ mm} \times 35 \%)$
 - iv) $d_1 = 1,00 \text{ mm} + 0,70 \text{ mm}$
 - v) $d_1 = 1,70 \text{ mm}$
- calculate the drill size (*ds*):
 - i) $ds = d_1 + pc$
 - ii) $ds = 1,70 \text{ mm} + 0,05 \text{ mm}$
 - iii) $ds = 1,75 \text{ mm}$
- calculate the diameter (*B*) of the land pattern (using annular ring: d_3):
 - i) 33 % annular ring of pin diameter (*l*):
 - ii) $d_3 = 1,00 \text{ mm} \times 33 \%$
 - iii) $d_3 = 0,33 \text{ mm}$; rounded down: $d_3 \sim 0,30 \text{ mm}$
 - iv) $B = (2 \times d_3) + FHS$
 - v) $B = (2 \times 0,30 \text{ mm}) + 1,70 \text{ mm}$
 - vi) $B = 0,60 \text{ mm} + 1,70 \text{ mm}$
 - vii) $B = 2,30 \text{ mm}$
- Results:
 - a) calculated drill size: ds : 1,75 mm
 - b) calculated *FHS*, d_1 : 1,70 mm
 - c) calculated land diameter, B : 2,30 mm

A.4.9.3 Resistor

0,4 mm round terminal, 15,24 mm pitch, 16-layer 17,5 µm circuit board: 1,5 mm final thickness, hand soldering: top down (in case of very tight decimal places, a rounding up is recommended):

- circuit board: 1,5 mm final thickness
- Hand soldering (top down); used G_{value} : 0,15 mm
- used line/spacing: 0,15 mm / 0,15 mm
- plated copper thickness (*pc*): 0,020 mm

The calculation shall be done in three steps:

- calculate the *FHS*:
 - a) Terminal diameter (*l*): 0,4 mm
 - b) Calculating (*FHS*) d_1 :
 - i) $d_1 = l + pc + GR_{s\text{-value}}$
 - ii) $d_1 = 0,40 \text{ mm} + (2 \times G_{\text{value}})$
 - iii) $d_1 = 0,40 \text{ mm} + (2 \times 0,15 \text{ mm})$
 - iv) $d_1 = 0,40 \text{ mm} + 0,3 \text{ mm}$
 - v) $d_1 = 0,70 \text{ mm}$
- calculate the drill size (*ds*):
 - i) $ds = dl + pc$
 - ii) $ds = 0,70 \text{ mm} + 0,04 \text{ mm}$
 - iii) $ds = 0,74 \text{ mm}$; up rounding recommended: $ds \sim 0,75 \text{ mm}$
- calculate the diameter (*B*) of the land pattern (using annular ring: d_3):
 - i) 50 % annular ring of pin diameter (*l*):
 - ii) $d_3 = 0,40 \text{ mm} \times 50 \%$
 - iii) $d_3 = 0,20 \text{ mm}$ (no rounding recommended)
 - iv) $B = (2 \times d_3) + FHS$
 - v) $B = (2 \times 0,2 \text{ mm}) + 0,70 \text{ mm}$
 - vi) $B = 0,4 \text{ mm} + 0,70 \text{ mm}$
 - vii) $B = 1,10 \text{ mm}$
- Results:
 - a) calculated drill size: $ds: 0,75 \text{ mm}$
 - b) calculated *FHS*, $dl: 0,70 \text{ mm}$
 - c) calculated land diameter, $B: 1,10 \text{ mm}$

A.4.9.4 Electrolyte capacitor

0,5 mm × 1,2 mm (rectangle pin), 3 × terminal, 70 µm circuit board, 1,6 mm final thickness, solder preform (top down), There are two different ways to calculate such a rectangle terminal. The easy way is to use drill-tool, this results in larger gap values. If a mill-tool is used, the gap values will adopt the shape of the terminal. In case of very tight decimal places, a rounding up is recommended.

- circuit board: 1,60 mm final thickness
- Solder preforms used (wave soldering) used Gap Ratio (GR_w): 15 %
- used line/spacing: 0,30 mm / 0,30 mm
- plated copper thickness (*pc*): 0,025 mm

By using a drill-tool, the calculation by using shall be done in three steps:

- calculate the *FHS*:
 - a) Terminal diameter (*l*): 1,2 mm × 0,50 mm, easy calculation by using Pythagoras:
Pin diameter (spare): $l = 1,838$ mm; up rounding recommended: $l \sim 1,85$ mm
 - b) Calculating (*FHS*) d_1 :
 - i) $d_1 = l + pc + GR_{s\text{-value}}$
 - ii) $d_1 = 1,85 \text{ mm} + (2 \times pc) + (\text{final circuit board thickness} \times GR_{s\text{-value}})$
 - iii) $d_1 = 1,85 \text{ mm} + (2 \times 0,025 \text{ mm}) + (1,6 \text{ mm} \times 15 \%)$
 - iv) $d_1 = 1,85 \text{ mm} + 0,05 \text{ mm} + 0,24 \text{ mm}$
 - v) $d_1 = 2,14 \text{ mm}$; up rounding recommended: $d_1 \sim 2,15 \text{ mm}$
- calculate the drill size (*ds*):
 - i) $ds = dl + pc$
 - ii) $ds = 2,15 \text{ mm} + 0,05 \text{ mm}$
 - iii) $ds = 2,20 \text{ mm}$
- calculate the diameter (*B*) of the land pattern (using annular ring: d_3):
 - i) 50 % annular ring of pin diameter (*l*):
 - ii) $d_3 = 1,85 \text{ mm} \times 50 \%$
 - iii) $d_3 = 0,925 \text{ mm}$; rounded down: $d_3 \sim 0,90 \text{ mm}$
 - iv) $B = (2 \times d_3) + FHS$
 - v) $B = (2 \times 0,9 \text{ mm}) + 1,85 \text{ mm}$
 - vi) $B = 1,8 \text{ mm} + 1,85 \text{ mm}$
 - vii) $B = 3,65 \text{ mm}$
- Results:
 - a) calculated drill size: $ds: 2,20 \text{ mm}$
 - b) calculated *FHS*, $dl: 2,15 \text{ mm}$
 - c) calculated land diameter, $B: 3,65 \text{ mm}$

By using slot mill-tool, the calculation by using shall be done in three steps:

- calculate the *FHS*:
 - a) Terminal diameter l_x : 1,2 mm; l_y : 0,50 mm
 - b) Calculating (*FHS*) d_x :
 - i) $d_x = l_x + GR_{s\text{-value}}$
 - ii) $d_x = 1,20 \text{ mm} + (\text{final circuit board thickness} \times GR_{s\text{-value}})$
 - iii) $d_x = 1,20 \text{ mm} + 1,6 \text{ mm} \times 15 \%$
 - iv) $d_x = 1,20 \text{ mm} + 0,24 \text{ mm}$
 - v) $d_x = 1,44 \text{ mm}$; up rounding recommended: $d_x \sim 1,45 \text{ mm}$

c) Calculating (*FHS*) d_y :

i) $d_y = l_y + GR_{s\text{-value}}$

ii) $d_y = 0,50 \text{ mm} + (\text{final circuit board thickness} \times GR_{s\text{-value}})$

iii) $d_y = 0,50 \text{ mm} + (1,6 \text{ mm} \times 15 \%)$

iv) $d_y = 0,50 \text{ mm} + 0,24 \text{ mm}$

v) $d_y = 0,74 \text{ mm}$; up rounding recommended: $d_y \sim 0,75 \text{ mm}$

– calculate the milling sizes (m_x , m_y):

i) $m_x = d_x + pc$

ii) $m_x = 1,45 \text{ mm} + 0,05 \text{ mm}$

iii) $m_x = 1,50 \text{ mm}$

iv) $m_y = d_y + pc$

v) $m_y = 0,75 \text{ mm} + 0,05 \text{ mm}$

vi) $m_y = 0,80 \text{ mm}$

– calculate the diameter (B_x , B_y) of the land pattern (using annular ring: d_3):

i) 50 % annular ring of pin diameter (l_x):

ii) $d_3 = 1,20 \text{ mm} \times 50 \%$

iii) $d_3 = 0,60 \text{ mm}$

iv) $B_x = (2 \times d_3) + FHS_x(d_x)$

v) $B_x = (2 \times 0,60 \text{ mm}) + 1,20 \text{ mm}$

vi) $B_x = 1,20 \text{ mm} + 1,20 \text{ mm}$

vii) $B_x = 2,40 \text{ mm}$

viii) $B_y = (2 \times d_3) + FHS_y(d_y)$

ix) $B_y = (2 \times 0,60 \text{ mm}) + 0,50 \text{ mm}$

x) $B_y = 1,20 \text{ mm} + 0,50 \text{ mm}$

xi) $B_y = 1,70 \text{ mm}$

– Results:

a) calculated milling size: m_x : 1,50 mm, m_y : 0,80 mm

b) calculated FHS, d_x : 1,45 mm, d_y : 0,75 mm

c) calculated land diameter: B_x : 2,40 mm, B_y : 1,70 mm

Bibliography

IEC 61188-6-2, *Circuit boards and circuit board assemblies – Design and use – Part 6-2: Land pattern design – Description of land pattern for the most common surface mounted components (SMD)*

IEC 61191-1, *Printed board assemblies – Part 1: Generic specification – Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies*

IEC 61191-2, *Printed board assemblies – Part 2: Sectional specification – Requirements for surface mount soldered assemblies*

IEC 61191-3, *Printed board assemblies – Part 3: Sectional specification – Requirements for through-hole mount soldered assemblies*

IEC 61191-4, *Printed board assemblies – Part 4: Sectional specification – Requirements for terminal soldered assemblies*

IEC TR 61760-3-1:2022, *Surface mounting technology – Part 3: Standard method for the specification of components for through hole reflow (THR) soldering*

IPC-SM-782 Revision A, 1996, *Surface Mount Design and Land Pattern Standard*

IPC-7351, *Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standard*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61188-6-3:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
INTRODUCTION.....	36
1 Domaine d'application	38
2 Références normatives	38
3 Termes et définitions	38
4 Description d'un composant à trous traversants	39
4.1 Corps du composant	39
4.2 Pattes des composants	39
5 Empilement de pastilles	40
5.1 Description	40
5.2 Types de pastille.....	40
5.2.1 Généralités	40
5.2.2 Généralités	40
5.2.3 Pastilles de masque de brasage	40
5.2.4 Pastilles de couche externe	41
5.2.5 Pastilles thermiques	41
5.2.6 Antipads	41
5.3 Formes de pastille	41
5.4 Trous – Aspects liés au dimensionnement des trous traversants métallisés	41
5.5 Collerette résiduelle.....	42
6 Exigences relatives aux pastilles des joints de brasure.....	42
6.1 Généralités	42
6.2 Dimensionnement des pastilles des terminaisons équipées de pattes	44
6.3 Forme de la pastille pour des formes de terminaison types	44
Annexe A (informative) Détermination, évaluation et calcul de la zone de report.....	45
A.1 Facteurs à considérer pour la création de trous	45
A.1.1 Généralités	45
A.1.2 Trous poinçonnés	45
A.1.3 Trous percés	46
A.1.4 Trous fraisés	46
A.1.5 Trous percés au laser	46
A.1.6 Trous préformés/imprimés	47
A.2 Détermination de l'assemblage de composants THT	47
A.2.1 Généralités	47
A.2.2 Assemblage manuel	48
A.2.3 Assemblage automatisé.....	48
A.2.4 Assemblage de composants insérés en force	48
A.3 Détermination du procédé de brasage.....	48
A.3.1 Généralités	48
A.3.2 Brasage manuel	48
A.3.3 Brasage par refusion	48
A.3.4 Brasage à la vague.....	48
A.3.5 Autres procédés de brasage	49
A.4 Organigramme pour la détermination des valeurs des zones de report THT	49
A.4.1 Finalité	49
A.4.2 Procédé de création de trous	51

A.4.3	Tolérance de perçage	52
A.4.4	Espace de brasage	52
A.4.5	Feuille de cuivre	54
A.4.6	Positionnement des couches	54
A.4.7	Empilement de carte imprimée.....	55
A.4.8	Dimension de la pastille.....	55
A.4.9	Exemples à joindre	56
Bibliographie.....		62
Figure 1	– Composant équipé de pattes	39
Figure 2	– Patte ronde	39
Figure 3	– Patte carrée	39
Figure 4	– Patte rectangulaire.....	39
Figure 5	— Empilement de pastilles	40
Figure 6	– Diamètre de terminaison, collerette résiduelle	43
Figure 7	— Organigramme de base pour la conception de la zone de report des THT.....	44
Figure A.1	– Fabrication et assemblage des cartes imprimées	45
Figure A.2	— Broche oblongue	46
Figure A.3	— Protubérance de la terminaison du composant	47
Figure A.4	— Organigramme pour la détermination d'une zone de report.....	49
Figure A.5	– Collerette résiduelle proportionnelle d'une terminaison TH.....	51
Figure A.6	– Détermination du taux d'espace proportionnel à l'épaisseur du substrat.....	53
Figure A.7	– Vue d'ensemble des options de calcul de THT	56
Tableau 1	– Fonction de la couche et types de pastille	40

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CARTES IMPRIMÉES ET CARTES IMPRIMÉES ÉQUIPÉES —
CONCEPTION ET UTILISATION —****Partie 6-3: Conception de la zone de report –
Description de la zone de report pour les composants à trous traversants
(THT)****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevet.

L'IEC 61188-6-3 a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette première édition annule partiellement et remplace la série de Normes internationales IEC 61188-5.

Les principales modifications techniques par rapport à l'édition précédente sont énumérées dans l'Introduction et des informations détaillées et des calculs complémentaires sont fournis à l'Annexe A.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
91/1982/FDIS	91/1997/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61188, publiées sous le titre général *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées — Conception et utilisation*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La nouvelle série IEC 61188-6-xx remplace les documents énumérés ci-dessous:

IEC 61188-5-1:2002, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-1: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Prescriptions génériques*

IEC 61188-5-2:2003, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-2: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants discrets*

IEC 61188-5-3:2007, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-3: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants à sortie en aile de mouette sur deux côtés*

IEC 61188-5-4:2007, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-4: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants à sorties en J sur deux côtés*

IEC 61188-5-5:2007, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-5: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants à sorties en ailes de mouette sur quatre côtés*

IEC 61188-5-6:2003, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-6: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants à sorties en J sur quatre côtés*

IEC 61188-5-8:2007, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-8: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants matriciels (BGA, FBGA, CGA, LGA)*

Le contenu des documents ci-dessus est fondé sur l'IPC-SM-782 Rév. A, accompagnée des Amendements 1 et 2, ayant été remplacée en 2002 par l'IPC-7351. Le spectre des composants et les niveaux de pas ont considérablement changé depuis la publication de la série 61188-5-xx. De plus, son concept de dimensionnement ne répond plus aux exigences de l'état de la technique en matière de montage et de brasage.

Le présent document fournit des lignes directrices et est axé sur la zone de report pour les terminaisons à trous traversants (THT).

Dans les normes précédentes, le diamètre de broche du composant et les tolérances d'assemblage étaient avant tout considérés.

La nouvelle approche est qu'une zone de report (proportionnelle) suffisamment disponible est liée:

- à la taille et à la forme de la terminaison du composant;
- aux exigences du procédé d'assemblage et à ses outils utilisés;
- à la technologie, à la structure, à l'épaisseur et au procédé de fabrication de la carte imprimée.

Afin d'obtenir le meilleur joint de brasure possible dû à la manufacturabilité, au résultat d'assemblage et à la fiabilité d'une carte imprimée assemblée.

La diversité et les possibilités de construction des cartes imprimées ont considérablement augmenté au fil des ans. Les technologies peuvent devenir très complexes. La proportion de cuivre dans la carte imprimée est déterminée par le nombre de couches ou l'épaisseur du cuivre par couche. Ceci peut conduire à une augmentation de la capacité thermique de la carte imprimée.

L'utilisation générale des composants THT brasés s'est considérablement réduite. Les exigences relatives au courant permanent admissible (épaisseur de fil des inductances, par exemple) ont augmenté pour les composants à trous traversants utilisés. Dans le même temps, l'utilisation du brasage à la vague a décliné en faveur du brasage à la vague sélectif ou d'autres technologies.

Un équilibre entre la source de chaleur (procédé de brasage) et le dissipateur thermique (composant ou broche de composant et carte imprimée) doit être trouvé pour les résultats d'assemblage exigés. La surface de pastille doit être définie en fonction de ces exigences.

Des informations détaillées et des calculs sont fournis à l'Annexe A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61188-6-3:2024

CARTES IMPRIMÉES ET CARTES IMPRIMÉES ÉQUIPÉES — CONCEPTION ET UTILISATION —

Partie 6-3: Conception de la zone de report – Description de la zone de report pour les composants à trous traversants (THT)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61188 spécifie les exigences relatives aux pastilles et à la zone de report des cartes imprimées pour le montage par brasage des composants à pattes, basées sur les exigences relatives aux joints de brasure de l'IEC 61191-1 et de l'IEC 61191-3.

La présente partie de l'IEC 61188 spécifie les exigences relatives aux surfaces de brasage sur les cartes imprimées. Sont incluses les pastilles et la zone de report des composants montés en surface ainsi que les configurations de trous brasables pour les composants montés à trous traversants. Ces exigences reposent sur les exigences relatives aux joints de brasure des IEC 61191-1, IEC 61191-2, IEC 61191-3 et IEC 61191-4.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60194-2, *Printed boards design, manufacture and assembly – Vocabulary – Part 2: Common usage in electronic technologies as well as printed board and electronic assembly technologies (disponible en anglais seulement)*

IEC 60352-5:2020, *Connexions sans soudure – Partie 5: Connexions insérées à force – Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 60194-2, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

collerette résiduelle

quantité de pastille subsistant après le perçage d'un trou dans l'empilement de pastilles défini

3.2

dimension du trou fini (FSH)

diamètre obtenu à l'issue de tous les processus de métallisation (traitement galvanique) et des processus de finition de surface (finition)

3.3

face source de brasure

face en contact avec la matière à braser (par exemple vague de brasage, panne de fer à souder) et généralement opposée à la face du composant THT assemblé

3.4

face destination de brasure

face où le composant est généralement placé

Note 1 à l'article: La matière à braser remplira le THT par la face opposée (face source de brasure).

4 Description d'un composant à trous traversants

4.1 Corps du composant

Les composants équipés de pattes consistent en un dit corps doté d'éléments fonctionnels électriques et de pattes qui permettent la connexion, au moyen d'un brasage, au circuit de la carte imprimée (voir Figure 1).

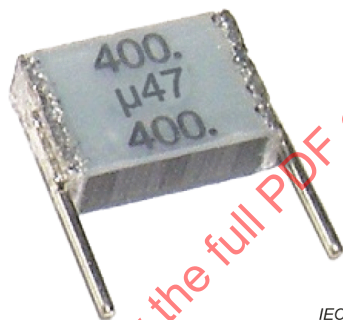


Figure 1 – Composant équipé de pattes

4.2 Pattes des composants

Les pattes des composants pour montage traversant ont généralement un profil rond, carré ou rectangulaire. Pour la conception de l'empilement de pastilles, le diamètre maximal de la patte est le paramètre déterminant. Le diamètre du trou traversant dépend de la forme de la patte (pour les variantes types des pattes, voir Figure 2, Figure 3 et Figure 4).

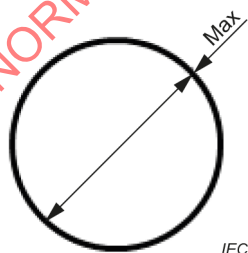


Figure 2 – Patte ronde

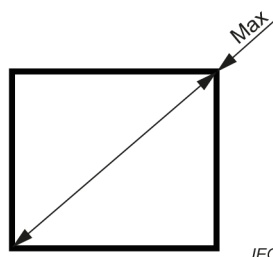


Figure 3 – Patte carrée

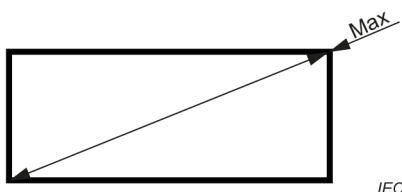


Figure 4 – Patte rectangulaire

5 Empilement de pastilles

5.1 Description

Un empilement de pastilles est la définition de la dimension et de la forme des pastilles sur chacune des couches d’une carte imprimée plus la définition de la dimension et du type de trou. La forme et la dimension de la pastille dépendent de la forme et de la dimension de la patte et du corps du composant.

5.2 Types de pastille

5.2.1 Généralités

Il existe des fonctions spécifiques utilisant différentes formes sur différentes couches. Dans la bibliothèque, un empilement de pastilles doit généralement être décrit avec toutes les fonctions facultatives.

5.2.2 Généralités

Selon la fonction de la couche dans l’empilement de couches de la carte imprimée, la fonction de la pastille sera également différente. Le Tableau 1 et la Figure 5 donnent une vue d’ensemble de la relation entre la fonctionnalité de la couche et le type de pastille associé.

Tableau 1 – Fonction de la couche et types de pastille

Fonction de la couche	Type de pastille	Affichage
Masque de brasage	Masques de brasage supérieur et inférieur	données négatives
Couche externe	Pastilles supérieure et inférieure	données positives
Couche de signal interne	Pastille de couche interne	données positives
Couche d’alimentation interne	Plan thermique ou ouverture dans le plan (Anti-pad)	données négatives

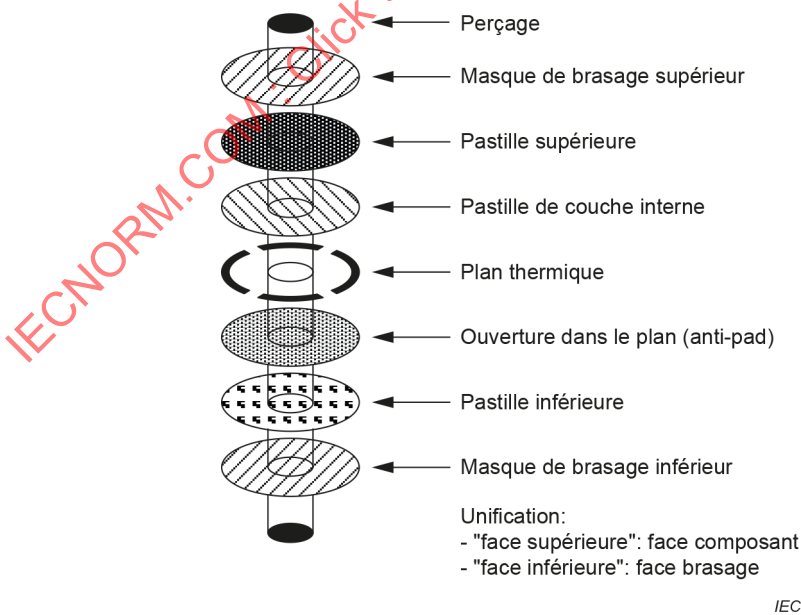


Figure 5 — Empilement de pastilles

5.2.3 Pastilles de masque de brasage

Les pastilles de masque de brasage définissent la surface métallique du joint de brasure. Dans l’outil de CAO, le masque de brasage est affiché de manière inversée.

5.2.4 Pastilles de couche externe

Les pastilles de couche externe décrivent la zone en cuivre qui fixe le dispositif brasé avec la couche externe. Il peut parfois être utile de distinguer le composant et la face brasure.

5.2.5 Pastilles thermiques

La caractéristique d'une pastille thermique permet d'empêcher la dissipation thermique pendant le procédé de brasage afin d'obtenir un joint de brasage fiable sans dégrader le matériau de base de la carte imprimée.

5.2.6 Antipads

Les dites antipads sont utilisées pour assurer l'isolation entre les pastilles en cuivre de la couche interne et la zone de cuivre des plans d'alimentation. En général, la dimension minimale de l'antipad est la distance minimale d'isolement des éléments en cuivre avec différents réseaux et la dimension de la pastille de la couche interne.

5.3 Formes de pastille

Les éléments de base des empilements de pastilles sont des polygones sur chaque couche qui représentent les structures en cuivre de la carte imprimée. Ces polygones peuvent être circulaires, carrés ou rectangulaires avec des coins arrondis ou chanfreinés, voire des variantes de ces formes.

Parfois, une forme de pastille spéciale telle qu'une pastille carrée sur la couche composant de la carte imprimée, est utilisée comme indicateur de broche 1.

5.4 Trous – Aspects liés au dimensionnement des trous traversants métallisés

La technique d'assemblage utilisée influera sur le diamètre du trou, en plus du nombre de broches par dispositif et de leur alignement. Différentes techniques d'assemblage doivent avoir différentes méthodes de calcul pour les trous:

- la façon dont le trou est créé (perçage, fraisage, poinçonnage, fabrication additive ou autre);
- l'insertion au cours du processus d'assemblage (manuelle ou automatique);
- le procédé de brasage (manuel, automatique, brasage à la vague, refusion à trous traversants, autres);
- les terminaisons insérées en force.

Pour l'analyse de la tolérance, les dimensions prises en compte pour la relation entre la patte et le trou partent de l'hypothèse selon laquelle le diamètre du trou du produit final est un trou traversant métallisé. Ainsi, le diamètre d'un trou percé est un peu plus grand afin de satisfaire aux exigences relatives à l'épaisseur de métallisation de la paroi du trou.

Pour ce qui concerne les exigences des empilements de pastilles internes multicouches, la somme du diamètre du foret et de la collerette résiduelle minimale nécessaire détermine la dimension de la pastille et, par conséquent, la relation entre la dimension de la pastille et le diamètre de la patte a été compensée en ajoutant 0,1 mm à l'exigence de distance d'isolement du trou afin de permettre la métallisation du trou traversant.

La dimension (forme) de la pastille tient donc compte de toutes les caractéristiques qui composent la relation entre la pastille et le trou. En général, les exigences relatives aux pastilles à trou traversant reposent sur la technologie multicouche. Si une carte imprimée simple face est utilisée, la dimension du trou doit être un peu plus grande. Cependant, comme les exigences de fixation exigent un clinchage de la patte, les concepts utilisés dans le présent document peuvent fonctionner pour les caractéristiques des trous métallisés et non métallisés.

Si un trou non métallisé est utilisé pour fixer une patte de composant qui ne peut pas être pliée, la distance d'isolement entre la patte et le trou est critique afin de réduire la quantité d'espace excédentaire pour la fixation par brasure. Dans ce cas, la relation entre le trou et la patte est réduite à une distance d'isolement minimale de 0,015 mm entre le diamètre du trou et la dimension maximale de la patte. Les concepts de zone de report prévus dans le présent document doivent réduire la dimension du trou, mais il est recommandé de maintenir la dimension d'origine de la pastille afin d'assurer une formation fiable des joints de brasure.

Dans la connexion sans soudure des terminaisons insérées en force, le diamètre du trou percé est défini dans la fiche technique du fabricant ou dans les normes applicables (IEC, IPC).

La zone de report des dispositifs THT utilisés sur des substrats rigides très fins, une feuille, des matériaux souples ou étirables, aura une forme différente par rapport aux substrats rigides types. Certains dispositifs utilisent des broches enfichables mécaniques brasables, par exemple pour adapter les forces d'insertion des connecteurs. Pour ces trous, le diamètre du trou fini est généralement décrit dans la spécification du dispositif. Si le trou traversant a des fonctions supplémentaires qui ne sont pas décrites dans le présent document, la conception de la zone de report doit être convenue entre le fournisseur, le concepteur (bibliothécaire), le fabricant de cartes imprimées et le service de fabrication électronique.

5.5 Colerette résiduelle

Une colerette résiduelle est définie comme la quantité de pastille qui subsiste après le perçage d'un trou traversant. Selon la dimension de la colerette résiduelle, un joint de brasure plus ou moins robuste sera formé. Un choix judicieux pourrait donc être de travailler également avec un concept proportionnel pour la relation entre la dimension de la patte et la colerette résiduelle.

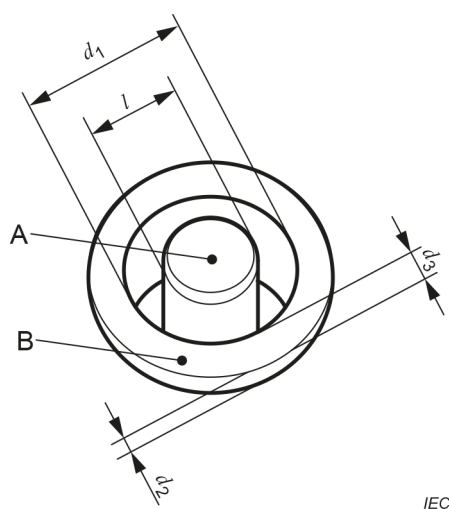
La dimension de la colerette résiduelle des connexions insérées en force doit satisfaire aux exigences de la base de données du fabricant et à l'IEC 60352-5.

6 Exigences relatives aux pastilles des joints de brasure

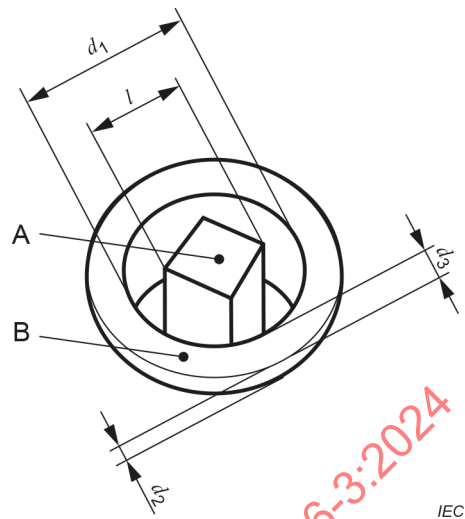
6.1 Généralités

Le calcul d'une zone de report est basé sur le diamètre de la terminaison du composant (voir Figure 6). La Figure 7 représente l'organigramme de base pour la conception de la zone de report des THT.

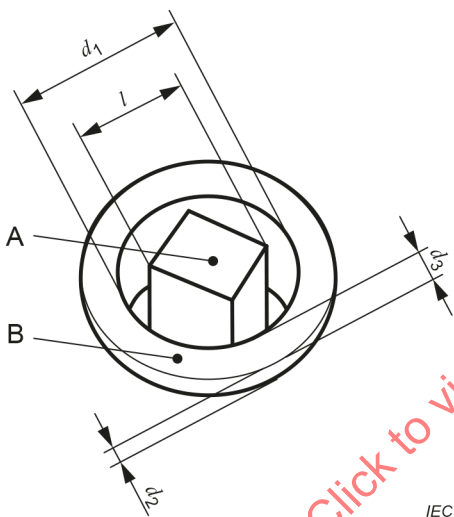
Après un dimensionnement correct de la pastille et du trou, un joint de brasage fiable sera formé au cours du procédé de brasage. Il est donc nécessaire de savoir quelle méthode de brasage sera utilisée lors de la fabrication de la carte imprimée équipée.



a) Terminaison ronde



b) Terminaison carrée



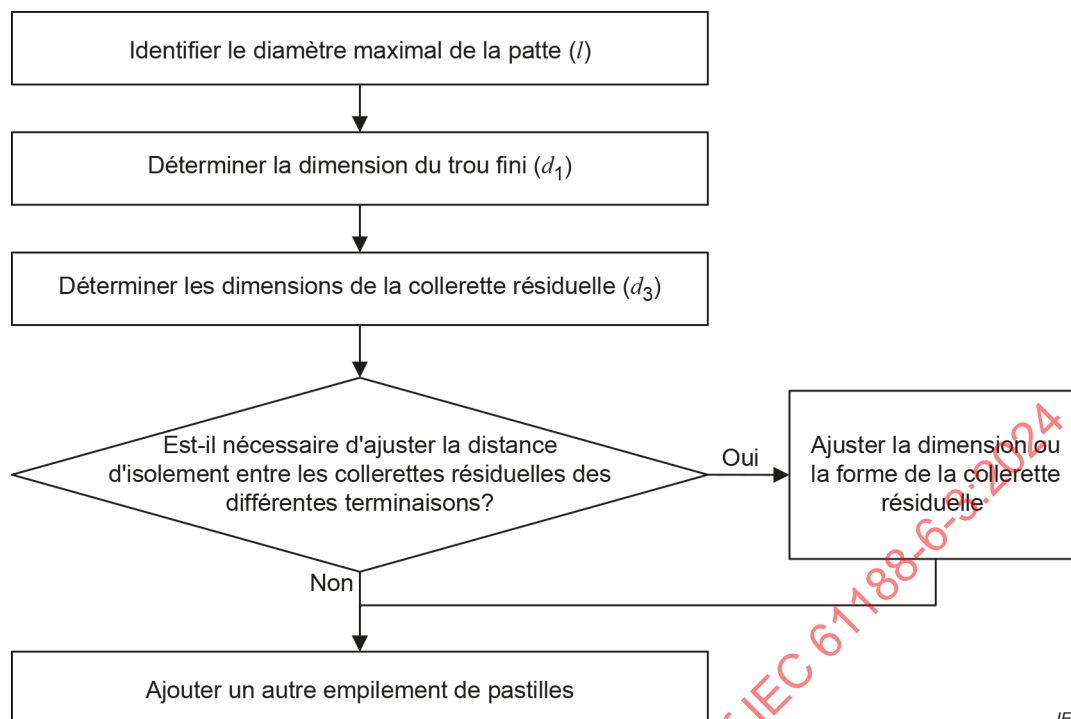
c) Terminaison rectangulaire avec trou percé

Légende:

A terminaison du composant

B pastille (zone de brasage)

 l diamètre de la terminaison du composant d_1 diamètre du trou; dimension du trou fini (FHS) d_2 épaisseur de cuivre d_3 collerette résiduelle**Figure 6 – Diamètre de terminaison, collerette résiduelle**



IEC

Figure 7 — Organigramme de base pour la conception de la zone de report des THT

6.2 Dimensionnement des pastilles des terminaisons équipées de pattes

Selon la méthode de brasage, les exigences relatives aux dimensions de la collerette résiduelle peuvent être différentes. Si le brasage est réalisé à la main, une collerette résiduelle plus grande assure un meilleur contact thermique entre l'extrémité du brasage et la pastille.

Pour améliorer le remplissage du trou avec la brasure, il peut être utile d'augmenter la collerette résiduelle de la face source de brasure. Pour réduire la dissipation thermique, une réduction de la collerette résiduelle de la face destination de brasure peut s'avérer utile. Il convient d'en tenir compte pour le brasage sélectif sans plomb.

La pastille doit respecter l'épaisseur de cuivre de la feuille de cuivre utilisée et l'épaisseur supplémentaire résultant des procédés de métallisation.

Selon le poids par broche du composant assemblé, la zone de report doit être définie. Si la technologie des cartes imprimées ne permet pas d'obtenir une dimension suffisante, des règles supplémentaires doivent être mises en œuvre.

Des considérations plus détaillées, des calculs et des exemples plus détaillés sont décrits en détail à l'Annexe A.

6.3 Forme de la pastille pour des formes de terminaison types

Un espacement supplémentaire pour le procédé d'assemblage et sa tolérance doivent être respectés.

La dimension maximale dépend de l'espacement électrique minimal entre différentes terminaisons, ou d'une matrice de terminaisons. Il est parfois utile d'utiliser des formes carrées, octogonales, polygonales ou oblongues. La forme de la pastille peut indiquer la polarisation (broche 1) d'un composant THT.

Annexe A
(informative)

Détermination, évaluation et calcul de la zone de report

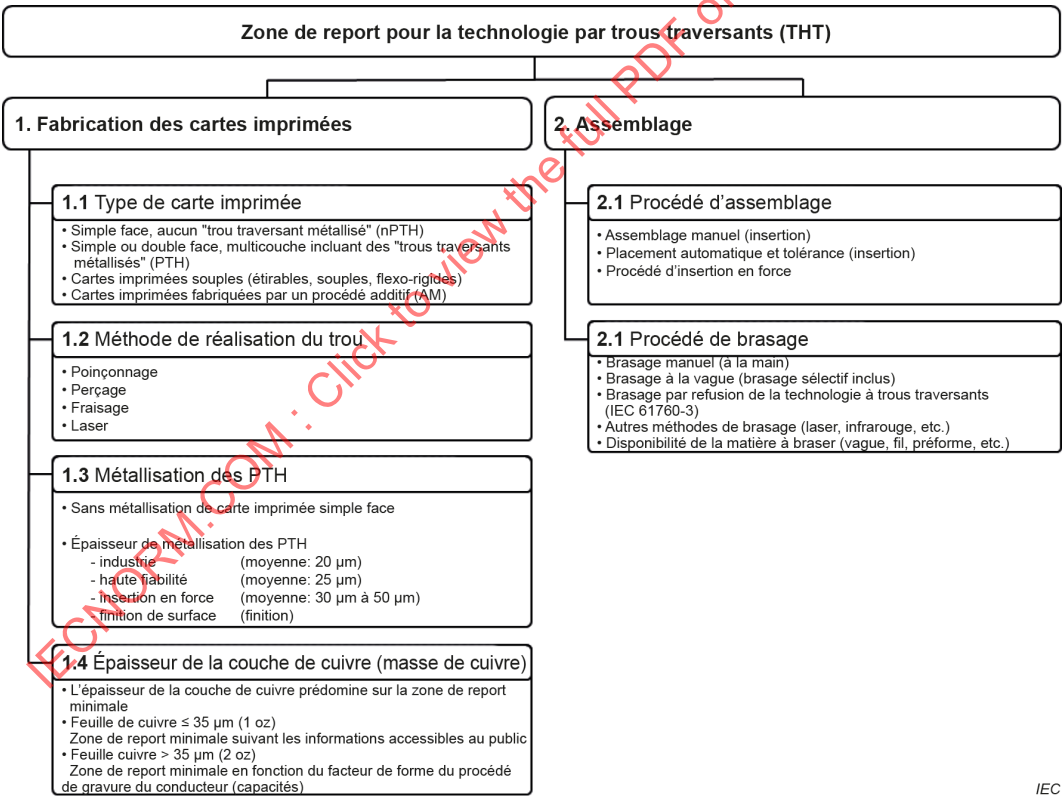
A.1 Facteurs à considérer pour la création de trous

A.1.1 Généralités

La majorité des cartes imprimées fabriquées utilisent des trous traversants métallisés (PTH). Dans le secteur de l'électronique grand public sensible aux coûts, les cartes imprimées simple face sont privilégiées. Ces dispositifs utilisent généralement la zone de report située du côté opposé au dispositif monté. La zone de report doit être suffisamment grande pour satisfaire aux exigences d'assemblage.

La zone de report des dispositifs montés sur des cartes imprimées souples doit satisfaire aux exigences du fabricant de cartes imprimées et des procédés d'assemblage.

La forme et la dimension de la zone de report diffèrent selon la façon dont la carte imprimée est fabriquée et assemblée. La Figure A.1 donne une vue d'ensemble.



IEC

Figure A.1 – Fabrication et assemblage des cartes imprimées

A.1.2 Trous poinçonnés

Les cartes imprimées simple face à trous poinçonnés n'ont qu'une seule "pastille" du côté opposé à la partie assemblée. Ces cartes n'ont pas de métallisation sur les parois du trou (fût). Pour ce qui concerne le procédé de fabrication, des tolérances plus larges doivent être envisagées. La tolérance relative à la position et à la dimension du trou dépend de la tolérance de l'outil de poinçonnage. La zone de report des trous poinçonnés est généralement plus grande que la zone de report des trous percés.

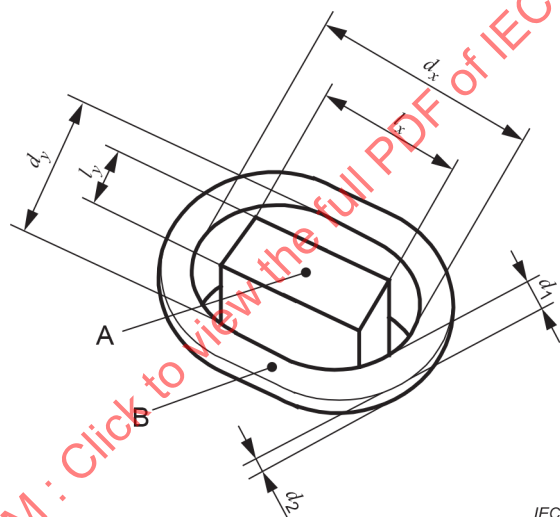
A.1.3 Trous percés

Le procédé de fabrication des trous percés est bien contrôlé. La tolérance dépend de la dimension des trous percés. Plus le trou est petit, plus la précision de la position et la dimension du trou percé sont grandes. Les trous percés sont utilisés pour les cartes imprimées simple face, multicouches et souples ou flexo-rigides. Cette technique est utilisée dans la quasi-totalité des cartes imprimées. La zone de report des PTH est principalement déterminée par le procédé d'assemblage. La zone de report doit respecter les facteurs à prendre en compte pour la conception.

A.1.4 Trous fraisés

Les pattes de quelques composants sont conçues pour utiliser des fentes ou des formes polygonales, le dispositif étant de plus fixé dans certains cas (vis, rivet, etc.). Pour créer ce PTH, un procédé de fraisage est utilisé. La zone de report doit respecter la méthode de production de l'atelier de fabrication de cartes imprimées ainsi que le procédé d'assemblage. Par rapport aux trous percés, la tolérance de dimension et de position des trous fraisés est plus large.

Un exemple de fente métallisée fraisée est utilisé pour fixer des composants. Une terminaison type est représentée sur la Figure A.2.



Légende

- A terminaison du composant
- B pastille (zone de brasage)
- l_x grande dimension de la terminaison
- l_y petite dimension de la terminaison
- d_x grande dimension du trou
- d_y petite dimension du trou
- d_2 épaisseur de cuivre
- d_3 collerette résiduelle

Figure A.2 — Broche oblongue

A.1.5 Trous percés au laser

Il est possible de créer un PTH par perçage laser. Cependant, cette technique n'a pas encore été utilisée commercialement.

A.1.6 Trous préformés/imprimés

Si les cartes imprimées (substrats) sont fabriquées de façon similaire en utilisant des dispositifs d'interconnexion moulés (MID) ou des technologies de fabrication additive telles que l'impression 3D, l'influence et la tolérance du procédé de production doivent être prises en compte.

Critères:

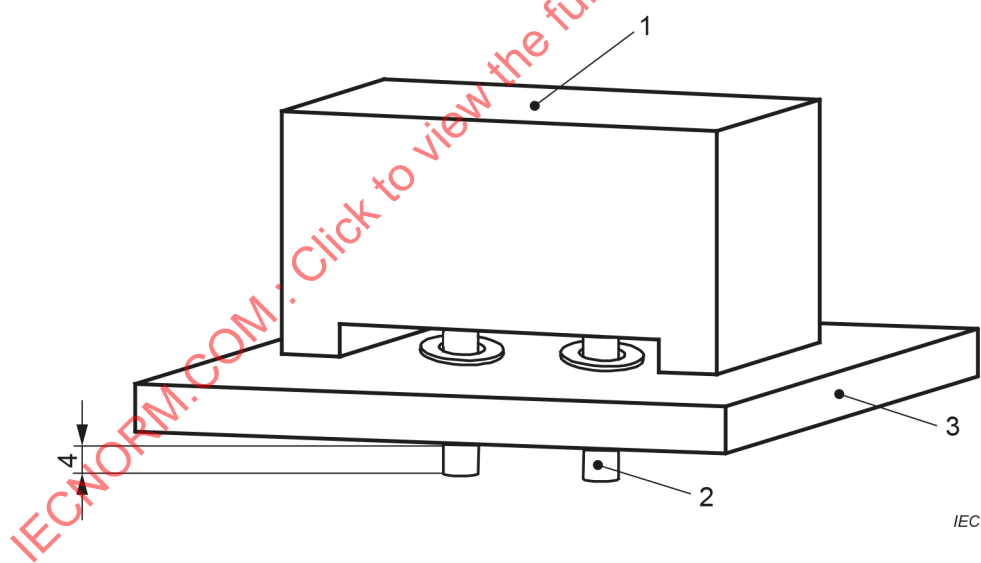
- circulaire/non circulaire;
- perpendiculaire;
- surface lisse;
- direction verticale ou déviation moindre à décrire.

NOTE Il est possible de créer des trous inclinés en utilisant des principes de fabrication additive (impression 3D).

A.2 Détermination de l'assemblage de composants THT

A.2.1 Généralités

Les exigences du procédé d'assemblage doivent être prises en compte. Si un procédé d'assemblage automatique est utilisé, la zone de report doit tenir compte des performances de la méthode utilisée. La dimension du trou, la zone de report et la longueur de la terminaison (protubérance) doivent être harmonisées de cette manière afin de faciliter l'assemblage et d'obtenir un joint de brasure fiable (voir Figure A.3).



Légende

- 1 composant THT
- 2 terminaison du composant
- 3 carte imprimée
- 4 protubérance de la terminaison

Figure A.3 — Protubérance de la terminaison du composant

Pour obtenir un joint de brasage fiable, la longueur de protubérance de la terminaison ne doit pas être supérieure à 1,5 mm à 2,0 mm. La longueur de protubérance minimale recommandée est de 0,5 mm.

NOTE Si l'épaisseur d'une carte imprimée est de 1,6 mm (épaisseur usuelle), une longueur de patte de 3,1 mm à 3,6 mm peut être utilisée.

A.2.2 Assemblage manuel

Si les dispositifs sont assemblés manuellement, des trous de plus grande dimension permettront la réalisation du procédé d'assemblage.

A.2.3 Assemblage automatisé

Si un procédé d'assemblage automatisé est mis en œuvre, les exigences (tolérance et précision du placement, tolérance de broche, tolérance de position et de dimension du trou) du fabricant du matériel doivent être satisfaites.

A.2.4 Assemblage de composants insérés en force

En général, les broches insérées en force ne doivent pas être soudées en plus. La zone de report de ces broches doit satisfaire aux exigences de l'IEC 60352-5 et aux règles générales de conception relatives à la technique de carte imprimée utilisée.

A.3 Détermination du procédé de brasage

A.3.1 Généralités

Le procédé de brasage affecte la dimension de la pastille utilisée pour le brasage. Il existe un équilibre général entre la capacité thermique du substrat et la température prévue du procédé de brasage. La zone de report doit être définie en fonction des exigences du procédé de brasage utilisé. Une zone de report trop petite ne permet pas d'atteindre la température de brasage nécessaire pour les pattes massives en cuivre ou étain. Si le pas des parties THT est trop faible ou si la densité du placement est trop élevée, il n'est pas possible d'utiliser un procédé de brasage à la vague.

Deux définitions sont possibles pour la disposition du masque de brasage. Ces deux variantes sont souvent utilisées pour définir la zone brasable des composants montés en surface (CMS), en particulier lors de l'utilisation de boîtiers matriciels à billes.

La première est une pastille définie par un masque de brasage (SMD). Le diamètre du masque de brasage est inférieur au diamètre des pastilles de la couche externe. La seconde option est la version non définie par un masque de brasage (NSMD). Le diamètre du masque de brasage est supérieur au diamètre des pastilles de la couche externe. Les deux variantes n'ont pas d'impact majeur lorsque le procédé de brasage à la vague est utilisé.

Si le volume de brasage est limité par le procédé de brasage, la variation du masque de brasage peut avoir un impact significatif sur le résultat (soudage robotisé ou au laser).

A.3.2 Brasage manuel

Pour les composants brasés à la main, un bon remplissage vertical de la brasure est obtenu, car le procédé de brasage est appliqué du côté opposé au composant placé. Cela conduit généralement à un remplissage vertical de la brasure à 100 %, car la pesanteur agit dans la même direction que la force de mouillage.

A.3.3 Brasage par refusion

La dimension des pastilles pour la pâte à braser doit satisfaire aux exigences de l'IEC TR 61760-3-1.

A.3.4 Brasage à la vague

Si les dispositifs assemblés doivent être brasés par un procédé de brasage à la vague ou de brasage sélectif, la dimension et l'orientation de la zone de report des dispositifs sont importantes. Il est nécessaire d'empêcher les courts-circuits électriques.

A.3.5 Autres procédés de brasage

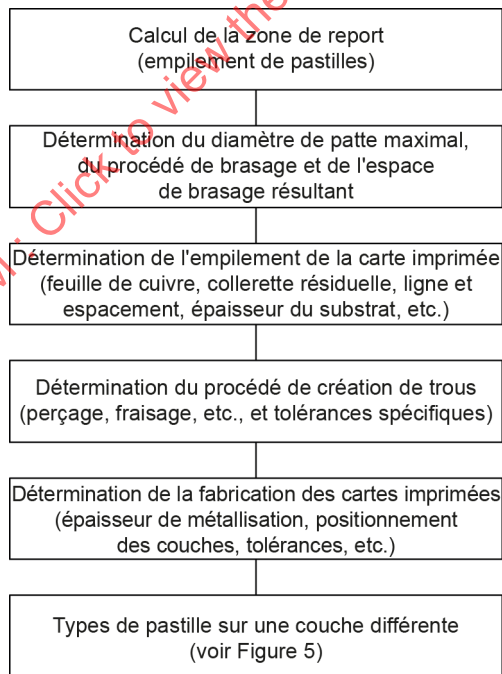
Différents procédés de brasage, tels que le brasage robotisé, le brasage laser et le brasage inductif, sont disponibles sur le marché, la plupart d'entre eux ayant un haut degré d'automatisation. Si une zone de report spéciale est exigée, la conception de cette zone de report doit faire l'objet d'un accord entre le fournisseur, le concepteur (bibliothécaire), le fabricant de cartes imprimées et le service de fabrication électronique.

A.4 Organigramme pour la détermination des valeurs des zones de report THT

A.4.1 Finalité

La présente annexe décrit un organigramme utilisable pour déterminer le paramètre d'une pastille THT recommandée. Dans un procédé type à base de bibliothèque pour de nouveaux composants, la personne responsable de la bibliothèque déterminera une zone de report THT optimisée. Les informations relatives à la dimension, la forme et la tolérance (diamètre et positionnement) des terminaisons sont disponibles dans la fiche technique. Dans certaines publications et dans d'autres documents, des valeurs souvent utilisées pour les zones de report sont disponibles.

L'une des méthodes de brasage les plus utilisées pour l'assemblage est le brasage à la vague. L'éventail actuel des méthodes de brasage disponibles et utilisées est relativement large et de nouvelles méthodes verront le jour à l'avenir. Lors de la création d'un nouveau composant pour la bibliothèque, la conception physique du composant est déterminée, quelle que soit la façon dont il sera brasé lors d'un assemblage conçu ultérieurement afin d'obtenir le meilleur remplissage de brasure. L'organigramme représenté sur la Figure A.4 fournira une aide au bibliothécaire.



IEC

Figure A.4 — Organigramme pour la détermination d'une zone de report

Les informations contenues dans la fiche technique du dispositif (composant) doivent constituer le point de départ du calcul. Il est possible qu'un dispositif puisse utiliser un mélange de terminaisons THT. La fonctionnalité mécanique facultative de la terminaison (enfichable, par exemple) peut inclure:

- différentes terminaisons de différent diamètre;
- un mélange de différentes terminaisons TH (rondes, carrées et oblongues);
- un mélange de différentes technologies de montage ("à trous traversants" et CMS).

Si différentes terminaisons sont utilisées, l'organigramme de chacune doit être suivi. Si elles sont disponibles, les informations relatives aux tolérances de la terminaison et à la position doivent être prises en compte. Pour les terminaisons supplémentaires montées en surface (technologie CMS), l'IEC 61188-6-2 déjà publiée doit être recommandée.

La valeur de la collerette résiduelle finie est un facteur majeur qui doit être reconnu. En utilisant des composants à terminaisons multiples (par exemple des connecteurs, des DIP, etc.) le pas de broche et la distance d'isolement minimale cuivre/cuivre (due à la métallisation et à la gravure) ou la distance d'isolement électrique (ligne de fuite) domineront pour la pastille (collerette résiduelle). Par exemple, les connecteurs à broches THT utilisent souvent un pas de 2,54 mm.

Si le composant possède des terminaisons ayant des distances plus importantes ou des broches de plus grand diamètre de terminaison, la collerette résiduelle doit être proportionnelle à ce diamètre. Pour faciliter l'utilisation et le calcul, trois valeurs proportionnelles se sont avérées adaptées. Les valeurs proportionnelles (facteur) de la collerette résiduelle peuvent être: 50 %, 33,33 % ou 25 % (1/2, 1/3 ou 1/4) du diamètre de la terminaison. Les facteurs utilisés doivent être choisis de façon à respecter les tolérances des différents procédés de fabrication. La Figure A.5 décrit ces facteurs.

Pour les cartes imprimées actuellement connues, basées sur des feuilles de cuivre et une métallisation cuivre, la collerette résiduelle minimale dépend des valeurs de ligne/espacement disponibles. En général, de très petites collerettes résiduelles ne sont pas recommandées (Figure A.5). Bien qu'une valeur maximale de la collerette résiduelle ne soit pas spécifiée, les collerettes résiduelles > 2,00 mm ne sont pas utiles. Si une collerette résiduelle de plus grande taille est exigée, cette taille doit être alignée sur le procédé d'assemblage.

Pour donner une vue d'ensemble, la Figure A.5 utilise trois couleurs pour déterminer les dimensions de la collerette résiduelle:

- rouge: aucune valeur utilisable (trop petite);
- jaune: en fonction de la feuille de cuivre et du procédé de métallisation;
- vert: valeurs utilisables.