User Guide: Manufacturing Guidelines

(Note: This document is also posted on www.pcb.com.)

PURPOSE:

This procedure provides clarification and additional requirements for the following:

- Any parts that require dimensional inspection (e.g., machined, stamped, molded, etc.)
- Any parts that require secondary operations (plating, coating, painting, heat-treating, etc.)
- Any parts that require finishing operations (deburring, sandblasting, tumbling, etc.)
- Any printed circuit board assembly operation
- Any raw material supplier

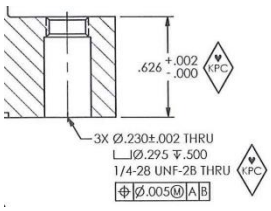
I. Engineering Drawing Notes

A. Feature Categories

1. PCB drawings will have four categories of dimensions:

   a. **Key Product Characteristics (KPCs)** — are designated in procedures, routers, and drawings by the KPC symbol or the previously used CI symbol.

Characteristics with this symbol need a higher level of control because i) the customer desires to attain a specific target as opposed to simply maintaining tolerance, ii) it is a "high risk" item for the customer, or iii) it is a safety or contractual requirement of a customer. Key Product Characteristics require that you verify that the process is capable using a 30 piece capability study with a Cpk > 1.33 or 100% inspection. The KPC symbol shall be placed adjacent to the note or dimension(s) defining that feature. Unless otherwise specified, when a KPC symbol is applied to a multi-dimensional feature identified by a single leader line, KPC conditions will apply to all dimensions of that feature.



   b. **Major Feature** — Any features having tighter tolerances than those specified on the drawing's standard tolerance block are designated as Major Features.

   c. **Standard Care Feature** — all other drawing dimensions.

   d. **Key (process) Control Characteristics (KCCs)** — are designated by the KCC symbol.

   This symbol is similar to the KPC symbol, except it applies to a key process as opposed to a key characteristic. This symbol may be found on PCB drawings, routers, procedures, and equipment

B. Standard Title Block (Unless Otherwise Specified):

1. Dimensions are in Inches.
2. Decimals

X	**±0.050**
XX	**±0.010**
XXX	**±0.005**
XXXX	**±0.0005**

3. Angles ±2 degrees.
4. If a corner is not stated as sharp on the drawing, break all edges for fillets, chamfer, and radii to 0.001” – .005”.
5. Polygon Dimension Tolerances:
   External:
   ≤ 0.500 +.000/-.003
   > 0.500 +.000/-.005
   Internal:
   ≤ 0.500 +.003/-.000
   > 0.500 +.005/-.000
6. Internal Thread Depth is a Minimum.
7. External Thread Length is to the print tolerance.
8. Remove All Burrs: See Finishing Operations for more details.
9. Sharp for inside or outside corners / edges target is R.000”, with R.003” being the maximum allowable. Sharp corners / edges may be machined as a radii or chamfer (45 degree), unless dimensioned on drawing with specific requirements.This will be in lieu of PCB block tolerance and for manufacturing capabilities.
10. When the default (standard) tolerances are specified and the lower specification limit on the dimension is zero or less, the tolerance shall be +100% / -50% of the standard tolerance.
    An example of this is R.005, where the tolerance will be +.005, -.0025.
11. Material — identifies the raw stock used to manufacture the product.
12. Heat treat — When heat treat is noted in material block, part is hardened prior to machining.
    When heat treat is noted in the heat treat section of the title block, the part is heat treated after machining. Part is expected to meet all dimensions after heat treat process. If heat treat is required after machining, the oxide layer created during the heat treatment process must be present on all surfaces unless otherwise indicated on the drawing.
13. Concentricity: Unless otherwise specified, Concentricity tolerance is .005”.
14. Parallelism: Unless otherwise specified, Parallelism tolerance is .002”.
15. Flatness:
    Unless otherwise specified, Flatness tolerance is .002” maximum.
    1 light band = 11.6 µin (0.0000116”).
    PCB uses optical flats to measure the flatness of lapped and polished surfaces, however when a part requires measurements too difficult to obtain using a standard flatness method such as an optical flat, the print will specify the region requiring interferomic measurements.
16. Circular Runout: Unless otherwise specified, Circular Runout tolerance is .005”.
17. Perpendicularity: Unless otherwise specified, Perpendicularity tolerance is .005”.
18. Symmetry: Unless otherwise specified, dimensional tolerance symmetrical about centerline is .005”.
19. Centerline: Features shown on centerline must be within ±.0025 of centerline.

C. Stock (STK) Material:

1. Dimension labeled as STK shall use the manufacturer’s finish, dimensions and tolerance, and does not require machining or further processing.

D. Drill Points:

1. Unless otherwise specified, if a drawing shows a drill point but does not specify an angle, 118° is the standard, but 90° – 180° drill point is allowable. Drawings that specify “drill point acceptable” may use any drill angle. Depth callouts will be measured from the surface to the edge of the shoulder, not the center of the point unless otherwise specified. If a sectional view shows no drill point on a hole, the bottom shall be flat within the dimensions on the detail.

E. Chamfer on Hexagon and Octogon Shapes

Unless otherwise specified:

1. External Chamfers on hexagon or octogon shapes are defined as 30° ± 5° starting from a circle inscribed inside the points with a tolerance of minus .001” to .015”
2. Internal Chamfers on hexagon or octogon shapes are defined as 30° ± 5° starting from a circle inscribed outside the points with a tolerance of plus .001” to .015”

F. Grind/Lap/Polishing and Stock Allowance:

1. The manufacturer is responsible for determining what each sub-process should be to achieve final dimensions that meet the drawing specification. The one exception to this is when PCB Engineering has determined that either product performance or appearance (quality) will be improved by following a certain series of sub-processes. In this case, it will be explicitly called out on the drawing.
2. The information below is a guideline.
   a. When a 16√ or better (.001-.002 16√ GRIND) grind finish is called out, .001” to .002” of stock per side (above nominal) needs to be left over to grind. In some instances, it is possible to achieve a 16 finish directly off a mill or lathe, which is acceptable unless otherwise specified.
   b. When a 8√ or better (.001-.002 8√ LAP) lapped finish is called out, a .001” to .002” of stock per side (above nominal) needs to be left over for lapping. Hand lapping is not acceptable unless otherwise specified on the drawing.
   c. When a 4√ or better (polished finish) is called out, no extra stock is required. Hand polishing is not acceptable unless otherwise specified on the drawing.

G. Part Identification/Etching

1. On some PCB drawings, Engineering will specify that certain information be identified on a specific surface of the part(s) on the drawing. If the drawing says “ETCH”, it means that manufacturer will utilize Laser etching where the font and text height used produces a legible identification.
2. If the drawing says “MARK”, it means that the manufacturer could use another method to permanently identify the part at the manufacturer’s discretion where the font and text height used produces a legible identification.
3. Fixtures, identified by the “FIX-“prefix in the title block of the drawing, must be marked with a unique identifier (e.g. “FIX-“ part number) except in some instances of a fixture assembly (see 4b below). This includes Multi-use jigs and fixtures.
4. Fixture identification falls into one of two categories: Single Component Fixtures and Fixture Assemblies.
   a. Single Component Fixtures - These drawings will have a note stating to either “Etch” or “Mark” the part number at a specific location on the component. See above for etching and marking guidelines. If component is too small to “ETCH” or “MARK” then contact PCB for additional instructions.
   b. Fixture Assemblies - These are fixtures that have more than one component. All fixture assemblies will have a BoM and a drawing associated with them. For fixture assemblies that remain assembled, one component in the assembly must be marked with the ASSEMBLY number. When a fixture assembly is taken apart as part of the process, then each individual component shall be identified with a part number.

H. PCB Drawing Revision

1. It is the responsibility of the Supplier to ensure that they are supplying product to the latest revision of the drawing and specifications provided by PCB Piezotronics unless otherwise specified in writing. Drawings take precedence over any CAD models or GERBERS that may be provided or approved by PCB. In the case of any conflict between the drawing and computer models, contact PCB’s Purchasing Department for clarification.

II. Inspection and Quality Guidelines

A. Thread Depth/Thread Length and Pitch Checking:

1. Use the appropriate attribute thread gage as called out on the PCB drawing. To determine thread depth, calculate the number of gage turns required by multiplying the thread pitch by the depth or length of thread, then subtracting one (1) turn for the lead of the gage.
2. Thread Length: Measure to last full thread profile, excluding run out.
3. Example: ¼ - 28 threads x .250 deep. See Figure 1.
   28 x *.250 = 7 turns – ½ turn for chamfer part and ½ turn for lead of gauge = 6 turns of thread*.

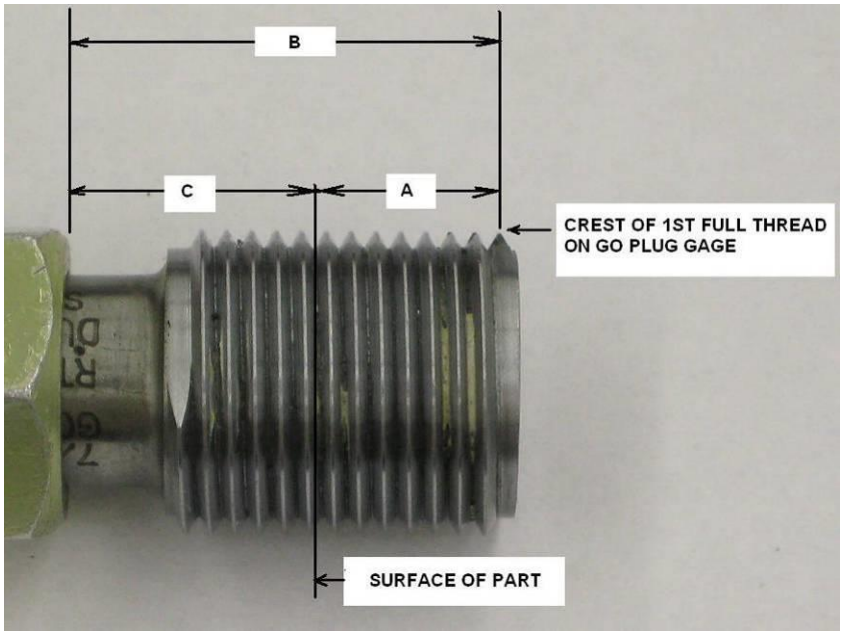


Figure 1 Alternative Method to Verify Thread Depth

Measure B distance of GO Gage to crest of 1st full thread.
Install GO Gage fully into hole to measure distance C.
Thread Depth A = B - C
Thread Length: Measure to last full thread profile, excluding run out.

4. When go/no go gauges are used to check thread pitch diameter, up to two (2) turns on the no go gage will be allowed. When there are less than three (3) turns of thread on a part feature, ½ of the available threads will be used to determine the number of turns allowed.
5. When the thread does not meet the appropriate ring or plug gage as specified by the PCB quality staff, and the supplier's gages give a different result, PCB reserves the right to use a variable thread gaging system, such as that manufactured by the Johnson Gage Company, as the master gage of record to determine if the threads are acceptable. Both the pitch diameter and the functional size of the threads must pass the gage.
6. If a "perfect thread" depth is called out on a PCB drawing, it will indicate the length of usable thread that is required.

B. Thread Quality/Tap Drill Size and Depth

1. Unless the thread surface is otherwise specified on the drawing, the surface finish of the thread flanks and roots shall be no greater than a 63 finish for external threads and a 100 finish for internal threads.
2. Tap Drill Size may not be listed on print; if listed, hole tolerance is prior to threads.
3. Unless otherwise specified on print:

For all holes (including flat bottom holes), maximum tap drill hole depth will be 2.5 x pitch deeper than thread depth.

4. Tap Drill hole size is based on 70% thread engagement. Reference MS070.
5. Internal Threads:
   a. Major diameter and undercut width: See Machinist Handbook for reference:
   b. Major diameter undercut tolerance:
      Pitch > 20: +.010 / -.000 larger than major diameter.
      Pitch ≤ 20: +.015 / -.000 larger than major diameter.
   c. Major diameter undercut width: 1 x Pitch ±.005".
   d. Lead Chamfer:
      i. Size: Major Diameter plus .001" to .015"
      ii. Angle: 85^0 to 125^0 included angle
6. External Threads (see Figure 2):
   a. Minor diameter undercut tolerance:
      Pitch > 20: +.000/-.010 smaller than minor diameter
      Pitch ≤ 20: +.000/-.015 smaller than minor diameter
   b. Minor diameter undercut width: 1 x Pitch ±.005"

NOTE: For thin walled cross sections (less than 0.010) refer to Machinist Handbook for minor diameter.

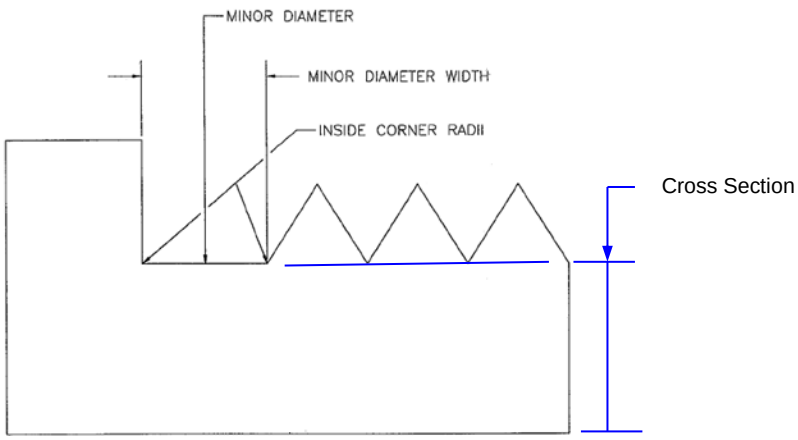


Figure 2 External Thread Dimensions

c. Inside corner Radii:

Standard:	Metric:	Inside Corner Radii
60 pitch or finer:	.5 pitch or finer	0–.005"
33–59 pitch	.80–.55 pitch	0–.010"
32 pitch or coarser	.85 pitch or coarser	0–.010"

d. Lead Chamfer:
   i. Size: Minor diameter minus .001" to .015"
   ii. Angle: 85^0 to 125^0 included angle

C. Inspection Requirements:

1. All products manufactured for PCB Piezotronics shall be inspected for dimensional and visual features in accordance with standard ANSI Z 1.4 and/or additional specifications defined on drawings and purchase orders. The required A.Q.L is 0.065 minimum.

2. Supplier shall retain product inspection records. Inspection records must be retrievable to facilitate review by PCB upon request. Records must be held for 10 years.
3. All variable characteristics with a tolerance that has 3 decimal places or fewer on machined components must be measured and reported to one extra decimal point. Part pass or fail decisions will be made based on measurements taken to the extra decimal (for example, if a 1.500" +/- .001" OD measures 1.5013" it is rejectable).
4. PCB uses Ra measured in micro inches unless otherwise specified.
5. Part surface finish for all features and details will maintain a surface finish of $\overset{63}{\surd}$ unless otherwise specified.
6. When knurling is called out on the drawing, dimensions are prior to knurling unless otherwise specified.
7. When using Pin Gauges for measurement of inside diameters, Plus (+) diameter gauges shall be used to verify to the lower specification while Minus (-) gauges shall be used to verify to the upper specification.
8. Nonconforming product that is discovered prior to delivery to PCB shall be held until appropriate disposition has been obtained from PCB. This can be accomplished by utilizing PCB's Material Deviation Notice (EN082) or by the vendors internal deviation process. The vendors internal deviation process will be reviewed prior to approval for use.

III. Finishing Operations

A. Deburring

1. Burr Definition: a non-functional piece of material extending from the parent surface of a part. A burr can be a sharp, ragged projection, firmly adhered, or a loosely hanging projection.
2. Due to the sensitive nature of PCB product, it is important that all components be delivered both deburred and contaminant free without having a process that is excessively aggressive so as to change the print dimensions (most common are broken outside corners). Specifically, any product or process that utilizes silicone cannot be used to deburr product because this material is very difficult to identify and remove after it has been applied. Processes such as AFM (Abrasive Flow Machining), TEM (Thermal Energy Method), ECD (Electro-Chemical Deburring), ECP (Electro-Chemical Polishing), and ECM (Electro-Chemical Machining) are all approved methods due to their perceived ability to deburr without changing drawing dimensions.
3. The only other standard approved method for deburring is the use of hand tools such as carbide knives, scalpels, and scrapes, woven fiber tools such as 3M Scotchbrite®, and rotary air tools utilizing Cratex® standard bond, extra fine grit or equivalent silicon carbide soft tools with 180 or finer grit. Any other method is considered <u>not acceptable</u> unless approved in advance by PCB Engineering.
4. Use 10X magnification for inspection of parts. If higher magnification is required, the print will note it.
5. <u>Examples of burrs</u>:

   a. Whisker Burr (see Figure 3):
      - Loosely attached material generally around thread areas, countersunk holes, and edges of part.
      - Whisker burrs may be quite small and can peel around edges of feature.

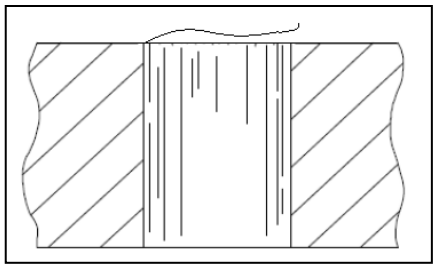


Figure 3 Whisker Burr

b. Sliver Burr (see Figure 4):
   - Loose sliver of material attached to edge of feature.

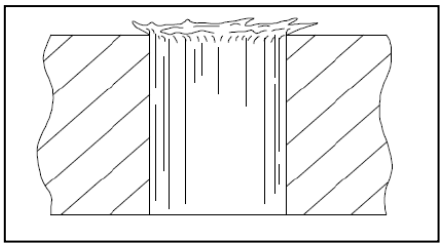


Figure 4 Sliver Burr

c. Crowned Burr (see Figure 5):
   - Loosely attached material generally around countersunk hole.

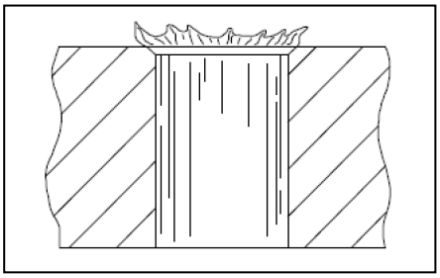


Figure 5 Crowned Burr

d. Hinged Burr: (see Figure 6):
   - Loose material generally in hole and milled features.

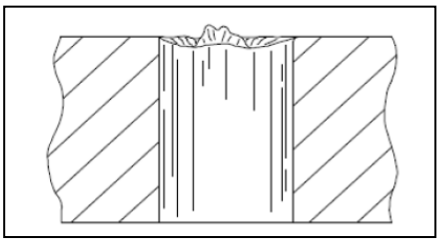


Figure 6 Hinged Burr

e. Rolled Burr (see Figure 7):
   - Loose or attached burr on holes, milled and turned features.

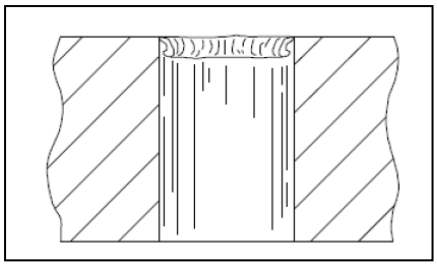


Figure 7 Rolled Burr

f. Feathered Burr (see Figure 8):
   - Loose burr generally found on an edge where two dissimilar surface finishes meet.

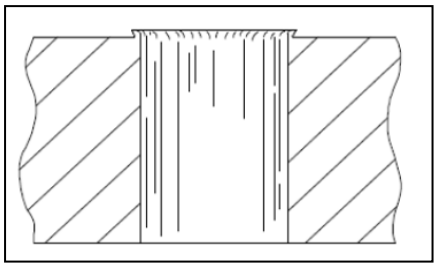


Figure 8 Feathered Burr

g. Doughnut Burr (see Figure 9):
   - Loose burr that tends to flatten and blend itself into the adjacent material.

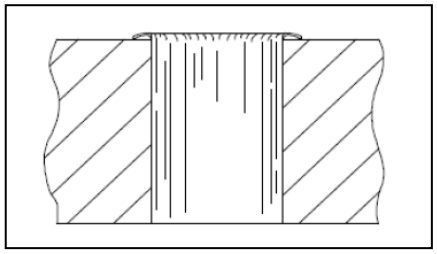


Figure 9 Doughnut Burr

h. Extended Burr (see Figure 10):
   - Raised material generally caused by drilling of malleable material.
   - This type of burr does not exhibit evidence of material that can break away.

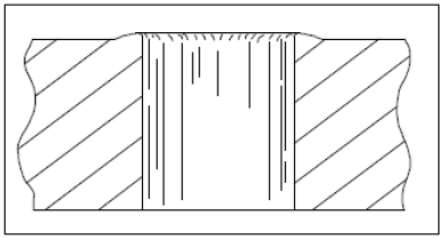
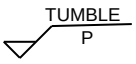


Figure 10 Extended Burr

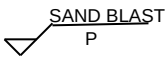
6. Burrs on Stamped Parts:
   a. Unless otherwise specified on the drawing, a burr not greater than 10% of material thickness is acceptable provided the burr cannot be detached during normal handling or use.

B. Tumbling

1. Symbol — 

   a. When this symbol is used in the finish block, it means that tumbling is required. If tumbling is not specified on the drawing, manufacturer may tumble for finishing purposes as long as drawing dimensions are maintained. If drawing has any “sharp” corners denoted, tumbling is not permitted.

C. Media Blasting (includes sand blasting, grit blasting, glass bead, corn cob, etc.)

1. Symbol — 

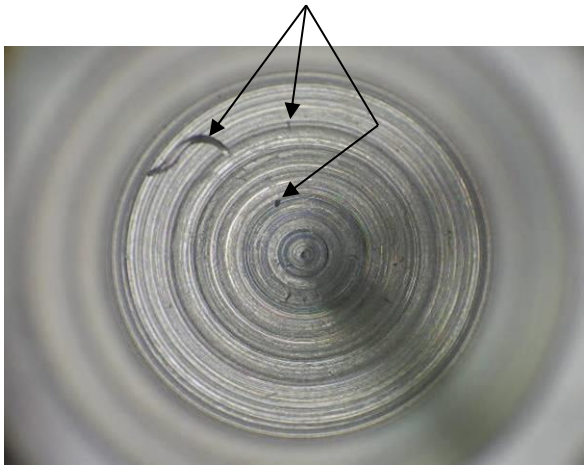
   a. When this symbol is used in the finish block or called out in the drawing, it means that media blasting is required. If media blasting is not specified on the drawing, manufacturer is <u>not permitted</u> to use it for finishing purposes.

IV. Cleanliness Requirements

A. Requirements and Examples

1. All parts are to be clean and free of any oil, silicones, cutting fluid, grease pen marks or other contaminants. Parts will be cleaned in an aqueous based cleaning system, alcohol wash, solvent clean or other manner as stated in internal PCB cleaning procedures or router steps. Any questions on obtaining approval for a cleaning process should be directed to PCB Engineering (internal suppliers) or PCB Purchasing (external suppliers) prior to cleaning.
2. Parts are visually inspected for cleanliness at 10X magnification to ensure parts are clean and free of any metal chips, dirt, oil, coolant or other contaminants.
3. Examples of an unacceptable vs. an acceptable cleanliness part (see Figure 11):

Unacceptable or Dirty Part



Acceptable or Clean Part

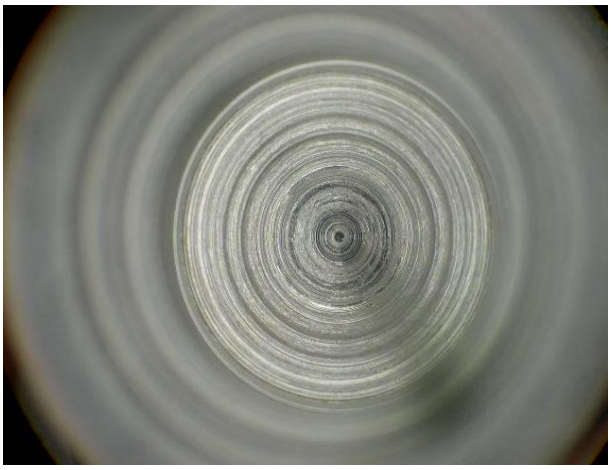


Figure 11 Bottom of Counter Bore Cleanliness Examples

V. Plating/Painting/Coating Operations

A. Plating/Coating/Painting Requirements

1. Unless otherwise specified on the drawing, all dimensions are prior to plating/coating/painting.
2. Uniform plating coverage is required. If unsure as to uniform coverage, submit a First Article Inspection Piece to QA for review and approval.
3. Unless otherwise specified, the following plating thickness tolerances shall apply: **+.0002/-.0000".**
4. For painted, Powder-Coated (and Silk Screened) parts, rack marks are unacceptable unless identified on the drawing.

B. Plating/Coating Threads

1. For some small threads, the thickness of the plating/coating can cause a defective thread. In these cases, PCB engineering has specified a special pitch diameter on the drawing which will need to be undersized/oversized as machined. In these instances, PCB also utilizes the same drawing to specify the plating/coating process thickness and/or the thread tolerance after the plating/coating process.
2. Unless otherwise specified threads shall not be painted but must be masked prior to painting.

C. Product Color

1. The PCB standard for drawing call outs on color specifications is either the Federal Standard Color Chart – 595 or the Pantone Matching System. In some instances, PCB will identify the paint manufacturer's name and that manufacturer's color name/number. In the case of anodized and hard coat (Sanford process) products, PCB requires compliance to MIL-PRF-8625, and the following color ranges:
   - Blue: to be no darker than FS 35109 and no lighter than FS 35450.
   - Black: to be no darker than FS 17038 and no lighter than FS 36081.
   - Gold: to be no darker than FS 20266 and no lighter than FS 23594.
   - Green: to be no darker than FS 14062 and no lighter than FS 34259.
   - Red: to be no darker than FS 11136 and no lighter than FS 31400.

VI. Cosmetic/Appearance Criteria

A. Requirements and Examples

1. Unless otherwise specified, all machined part surfaces are to be free of any cosmetic defects such as nicks, scratches, dents, protuberances, weld indentations, weld splatter, or gouges. However, typical machine tooling marks on the surface are acceptable provided that they meet the surface finish specification. These characteristics will be considered defects if they are larger than .003" deep or .003" wide or long.
2. Examples of Unacceptable Conditions (see Figure 12, Figure 13 and Figure 14):

Scratches on part greater than .003" long

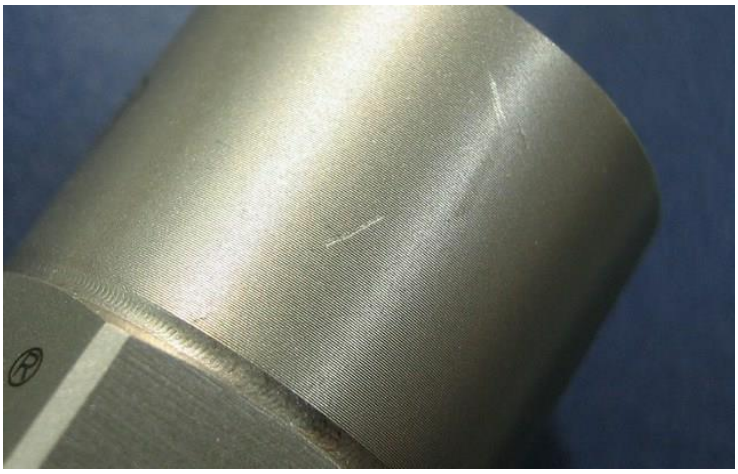


Figure 12 Unacceptable Scratches on Part Example

Machining scars and weld splatter greater than .003" wide and tall

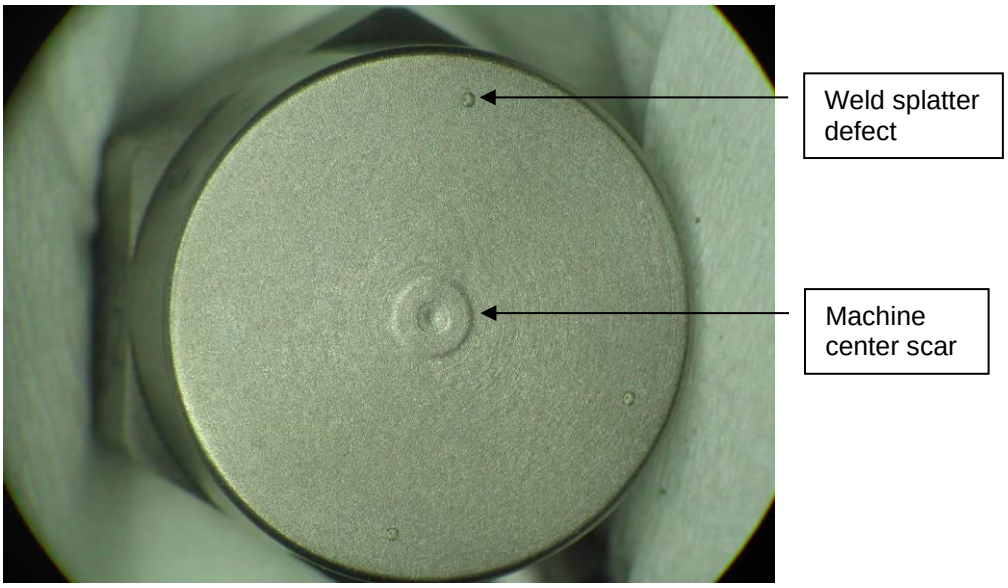


Figure 13 Unacceptable Machining Scar and Weld Spatter Example

Notes:

- Lapped parts may have micro scratches on flat surface from lapping media.
- Part must pass surface roughness and flatness requirements.
- Print will specify "No Scratches" if lapped surface must be pristine.

Nicked/damaged thread greater than .003" deep
(disregard the etched letter X and arrow on part)

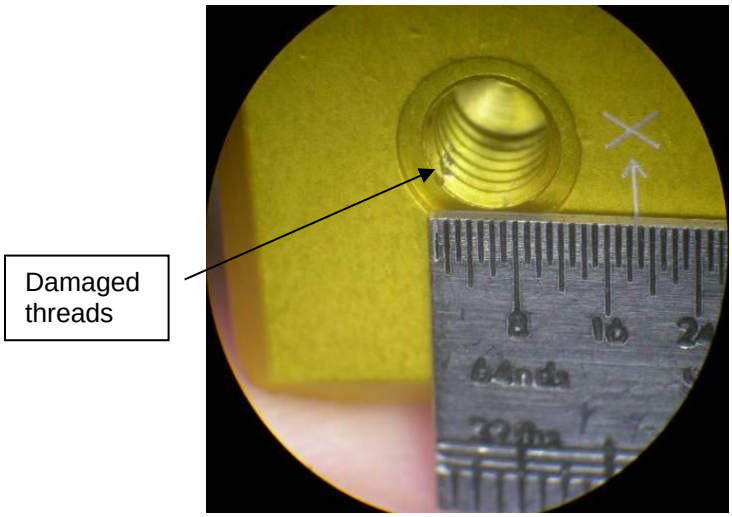


Figure 14 Unacceptable Thread Damage Example

VII. Printed Circuit Board Assembly Requirements

A. Requirements

1. Testing for assembly will not be required unless there is a specific test procedure listed on the Bill of Materials (BOM).
2. Fixtures specific to PCB testing shall be provided by PCB. General test equipment, Function Generators, Oscilloscopes, Digital Volt Meters, or cables are not provided unless requested.
3. Assembly procedures may be provided. The assembly procedure is a reference and may be superseded by supplier core competency practices.
4. Unless otherwise noted on assembly documentation, the square pad on a pc board footprint denotes the positive (+) lead for a polarized capacitor .
5. Assemblies are NOT required to be RoHS compliant unless specifically required by the assembly documentation. Contact PCB with specific component questions related to RoHS compliance.
6. PCB must approve gerber files for pc board material.
7. Unless otherwise stated, functional equivalents for all capacitors and resistors up to 10Megohm may be used. Equivalents must meet or exceed the part description on the bill of materials. Actual part numbers used must be recorded as part of the contract manufacturer's production record
8. Contact PCB for long lead time, spacing/ fit, minimum quantity, lack of manufacturer information, RoHS, or obsolete components to assist with procurement issues.
9. Assemblies are to be built to meet or exceed IPC 610 Class 2 standards.
10. When separating panelized assemblies, clean singulation not required unless specified on assembly drawing.
11. Assemblies must be cleaned to remove flux residue and particulate material. Visual inspection,10x magnification minimum, of the completed assembly must not yield any flux or particulate. Additional cleaning may be required for some assemblies, as called out on the documentation for the assembly.
12. The BOM is the controlling document for board production, it supercedes all other documentation that may be provided by PCB. If an item is not listed on the BOM or identified by "NA", it is not to be populated on the board.
13. Test set-up and performance time estimates documented in test procedures are just that – estimates. The ultimate responsibility for test set-up and performance remains the suppliers'.
14. PC Board Supplier will purchase electronic components from original component manufacturers or authorized distributors.
15. When suppliers request to use EEE parts from an unauthorized source they are required to obtain approval from PCB prior to delivery. PCB's Purchasing Group will initiate a Material Deviation Notice (MDN) requesting the use of an unauthorized source. The MDN must be approved by, at a minimum, the Purchasing Manager and Quality representative. If the request is approved, the supplier will be notified. In addition they must provide a documented counterfeit parts risk assessment and risk mitigation plan. This risk assessment must address the likelihood of receiving a suspect or confirmed counterfeit electronic component from the source and the consequences of a suspect or confirmed counterfeit part being installed (e.g., human safety, reliability, performance). The risk mitigation plan shall document tests and/or inspections utilized commensurate with the risk including acceptance and rejection criteria.

VIII. Printed Circuit Board Repair Guidelines

A. **Warranty Repairs-** no charge to PCB

1. Units returned to Suppliers against RMA's in response to MRR or CAR's from PCB Piezotronics Inc. should be credited upon receipt. If the units are repaired, they should then be re-invoiced at the PO cost as credited. This is standard PCB Piezotronics Inc. procedure.

B. **Non Warranty Repairs -** this would include units not considered a warranty repair by the Supplier. Refer to the following guidelines:

1. If the supplier decides that a unit is not covered by their warranty, PCB should be contacted immediately. Non-warranty repair work should not be done unless PCB approval is granted.

2. A repair cost should not exceed 25% of the purchase cost of the unit. Suppliers should not repair units unless it is certain that the cost will not exceed this allowance.

3. Upon approval from PCB to repair a board, a purchase order will be issued to cover the repair cost. In this case, the supplier should re-invoice the original PO cost that was credited and also prepare a separate invoice for the repair cost as approved.

4. There may be circumstances that dictate actions outside these guidelines. A stock out at PCB, a large lot quantity or a special run board could be exceptions. PCB will provide specific actions in these cases. If in doubt, contact PCB.

C. **Repair Expectations** - repaired units will be considered like new.

1. Functional testing, if required, for repaired assemblies must be performed prior to returning the assembly to PCB. Contact PCB for fixture and procedure if necessary.

2. A Certificate of Compliance must be provided with the repaired units' and needs to include the revision level that the assembly was repaired to.

3. Programming for components may be the original revision when the assembly was built.

4. All cleaning and manufacturing guidelines (lead trimming or component placement) listed in the assembly documentation must be met.

5. Notify PCB Piezotronics, Inc. if units are scrapped so PO(s) can be adjusted.

IX. Packaging Guidelines

A. Requirements

Packaging requirements for suppliers are detailed in procedure EN1107. If you need a copy of EN1107 please contact your purchasing agent.

X. Documentation

A. Requirements

Certificates of Conformance requirements for suppliers can be found in QA1027. This document is also available on WWW.PCB.COM

XI. Definitions

1. RMA- Return Merchandise Authorization

2. MRR- Material Rejection Report
3. CAR- Corrective Action Request

XII. Design & Development Control

1. For organizations responsible for design and development, the organization shall identify, review, and control changes made during, or subsequent to, the design and development of products and services, to the extent necessary to ensure that there is no adverse impact on conformity to requirements.
2. The organization shall retain documented information on design and development outputs.

XIII. Competence

1. When PCB Piezotronics requires approval of competence, including any required qualification of persons, the need for approval and the approval method shall be flowed down via the Purchase Order.

TABLE 1 – Material Composition Identification

Description	Type / Grade	UNS Number
Alloys/Exotics	HAYNES 242® Alloy	UNS N10242
Alloys/Exotics	HAYNES 244 ® Alloy	UNS N10244
Alumina-Oxide	AL203 (96% Purity)	N/A
Nickel Iron Alloy	Alloy 52	UNS N14052
Nickel Ferromagnetic Alloy	Alloy 79	UNS N14080
Nickel Iron Alloy	Alloy 42	UNS K94100

Aluminum Alloy Casting	A356-T6	UNS A13560
Aluminum	1100-0	UNS A91100
Aluminum	2024	UNS A92024
Aluminum	4047	UNS A94047
Aluminum	5052-H32	UNS A95052
Aluminum	7075-T6	UNS A97075
Aluminum	6061-T6	UNS A96061
Aluminum	GLIDCOP Al-15	UNS C15715
Arnavar	Cobalt-base alloy	UNS R30007
Beryllium Copper	BeCu C17200	UNS C17200
Beryllium Copper	BeCu C17300	UNS C17300
Brass	26000 (CDA260)	UNS C26000
Brass	36000 (CDA360)	UNS C36000
Brass	46400	UNS C46400
Phosphor Bronze	544-H04	UNS C54400
Carbon Steel	236 (SA36)	UNS K02600
Carbon Steel	1002	UNS G10020
Carbon Steel	1008	UNS G10080
Carbon Steel	1018	UNS G10180
Carbon Steel	1020	UNS G10200
Carbon Steel	1095	UNS G10950
Carbon Steel	1117	UNS G11170
Carbon Steel	1144	UNS G11440
Carbon Steel	12L14	UNS G12144
Carbon Steel	4140	UNS G41400
Carbon Steel	4340	UNS G43400
Copper		UNS C11000
Copper		UNS C12200
Copper		UNS C18200
Copper		UNS C46400
Inconel	625	UNS N06625
Inconel	750	UNS N07750
Inconel	600	UNS N06600
Inconel	718	UNS N07718
Invar		UNS K93603
Invar		UNS K93050
Invar		UNS K93500
Marraging Steel		UNS K93120

Monel	400	UNS N04400
Monel	R405	UNS N04405
Nickel	200	UNS N02200
Nickel	201	UNS N02201
Nickel	270	UNS N02270
Nickel	Alloy X	UNS N06002
Nickel Alloy Brazing Matl.	BNi-2	UNS N99620
Nickel-Silver		UNS C73500
Palladium	Grade 99.8	UNS P03980
Platinum	Grade 99.95	UNS PO4995
Stainless Steel	218	UNS S21800
Stainless Steel	310	UNS S31000
Stainless Steel	316	UNS S31600
Stainless Steel	316L	UNS S31603
Stainless Steel	13-8	UNS S13800
Stainless Steel	15-5	UNS S15500
Stainless Steel	17-4	UNS S17400
Stainless Steel	17-7	UNS S17700
Stainless Steel	302	UNS S30200
Stainless Steel	304	UNS S30400
Stainless Steel	304L	UNS S30403
Stainless Steel	305	UNS S30500
Stainless Steel	416	UNS S41600
Stainless Steel	303	UNS S30300
Stainless Steel	403	UNS S40300
Stainless Steel	410	UNS S41000
Stainless Steel	440C	UNS S44004
Stainless Steel	430	UNS S43000
Stainless Steel	465	UNS S46500
Stainless Steel	660	UNS S66286
Stainless Steel	Zeron 100	UNS S32760
Stainless Steel	308	UNS S30880
Stainless Steel	308L	UNS S30883
SUPREMEX	640XA	N/A
Titanium	6AL4V	UNS R56400
Titanium	Grade 5	UNS R56400
Titanium	A70	UNS R50700
Tool Steel	A2	UNS T30102

Tool Steel	D2	UNS T30402
Tool Steel	M2	UNS T11302
Tool Steel	O1	UNS T31501
Tungsten	HD-17 - Class 1	N/A
Tungsten	HD-18 – Class 3	N/A
Kovar	Class 1	UNS K94610

(Note: This document is also posted on www.pcb.com.)

PROPÓSITO:

User Guide: Manufacturing Guidelines

Este procedimiento proporciona aclaraciones y Requerimientos adicionales para lo siguiente:

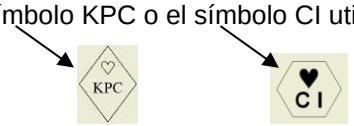
- Cualquier pieza que requiera inspección dimensional (por ejemplo, mecanizada, estampada, moldeada, etc.).
- Cualquier pieza que requiera operaciones secundarias (chapado, revestimiento, pintura, tratamiento térmico, etc.).
- Cualquier pieza que requiera operaciones de acabado (rebabas, arenado, áspero, etc.).
- Cualquier operación de ensamble de circuitos impresos
- Cualquier proveedor de materias primas

I. Notas de dibujo técnico

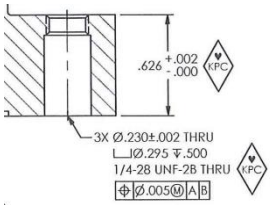
A. Categorías de características

2. Los dibujos de PCB tendrán cuatro categorías de dimensiones:

   a. **Características clave del producto (KPC)** - se designan en los procedimientos, hojas de ruta y dibujos mediante el símbolo KPC o el símbolo CI utilizado anteriormente.



Las características con este símbolo requieren un mayor nivel de control porque i) el cliente desea alcanzar un objetivo específico en lugar de simplemente mantener la tolerancia, ii) se trata de un elemento de "alto riesgo" para el cliente, o iii) es un requisito de seguridad o contractual de un cliente. Las Características Clave del Producto (KPC) requieren que se verifique que el proceso es capaz utilizando un estudio de capacidad de 30 piezas con un Cpk > 1,33 o una inspección del 100%. El símbolo KPC se colocará junto a la nota o dimensión(es) que define(n) dicha característica. A menos que se especifique lo contrario, cuando se aplique un símbolo KPC a una característica multidimensional identificada por una única línea guía, las condiciones KPC se aplicarán a todas las dimensiones de dicha característica.



   b. **Característica mayor** - Se designa como característica mayor cualquier característica que tenga tolerancias más estrictas que las especificadas en el bloque de tolerancia estándar del dibujo.
   c. **Característica de Cuidado Estándar** - todas las demás dimensiones del dibujo.
   d. **Características clave de control de proceso (KCC)** - se designan mediante el símbolo KCC.

   Este símbolo es similar al símbolo KPC, salvo que se aplica a un proceso clave en lugar de a una característica clave. Este símbolo puede encontrarse en dibujos de PCB, hojas de ruta, procedimientos y equipos.

B. Bloque de título estándar (a menos que se especifique lo contrario):

1. Las dimensiones están en pulgadas
2. Decimales

X	**±0.050**
XX	**±0.010**
XXX	**±0.005**
XXXX	**±0.0005**

3. ángulos ±2 grados.

4. Si una esquina no está indicada como afilada en el dibujo, rompa todos los bordes para empalme, chaflanes y radios a 0.001" - .005".
5. Tolerancias de las dimensiones de los polígonos:
   Externas:
   ≤ 0.500 +.000/-.003
   > 0.500 +.000/-.005
   Internas:
   ≤ 0.500 +.003/-.000
   > 0.500 +.005/-.000
6. La profundidad de la rosca interna es un mínimo.
7. La Longitud de la Rosca Externa es según la tolerancia de impresión.
8. Elimine todas las rebabas: Ver Operaciones de Acabado para más detalles.
9. El objetivo de afilado para esquinas / bordes interiores o exteriores es R.000", siendo R.003" el máximo permitido. Las esquinas / bordes afilados pueden ser maquinados como radios o chaflanes (45 grados), a menos que estén dimensionados en el dibujo con Requerimientos específicos. Esto será en lugar de la tolerancia del bloque de PCB y para las capacidades de fabricación.
10. Cuando se especifiquen las tolerancias por defecto (estándar) y el límite inferior de especificación de la dimensión sea cero o inferior, la tolerancia será +100% / -50% de la tolerancia estándar.
    Un ejemplo de esto es R.005, donde la tolerancia será +.005, -.0025.
11. Material - identifica la materia prima utilizada para fabricar el producto.
12. Tratamiento térmico - Cuando el tratamiento térmico se anota en el bloque de material, la pieza se endurece antes del maquinado.
    Cuando se anota tratamiento térmico en la sección de tratamiento térmico del bloque de título, la pieza se trata térmicamente después del maquinado. Se espera que la pieza cumpla todas las dimensiones después del proceso de tratamiento térmico. Si se requiere tratamiento térmico después del maquinado, la capa de óxido creada durante el proceso de tratamiento térmico debe estar presente en todas las superficies, a menos que se indique lo contrario en el dibujo.
13. Concentricidad: A menos que se especifique lo contrario, la tolerancia de Concentricidad es de .005".
14. Paralelismo: A menos que se especifique lo contrario, la tolerancia de Paralelismo es de .002".
15. Planitud: A menos que se especifique lo contrario, la tolerancia de Planitud es de .002" como máximo.
    1 banda luminosa = 11,6 µin (0.0000116").
    PCB utiliza dibujos ópticos para medir la planitud de las superficies lapeadas y pulidas, sin embargo, cuando una parte requiere mediciones demasiado difíciles de obtener utilizando un método estándar de planitud como un dibujo óptico, la impresión especificará la región que requiere mediciones interferometrícas.
16. Excentricidad circular: A menos que se especifique lo contrario, la tolerancia de excentricidad Circular es de .005".
17. Perpendicularidad: A menos que se especifique lo contrario, Perpendicularidad tolerancia es .005 ".
18. Simetría: A menos que se especifique lo contrario, la tolerancia dimensional simétrica sobre la línea central es de .005".
19. Línea central: Las características mostradas en la línea central deben estar dentro de ±.0025 de la línea central.

C. Material (STK) en stock:

1. La dimensión etiquetada como STK utilizará el acabado, las dimensiones y la tolerancia del fabricante, y no requiere maquinado ni procesamiento adicional.

D. Puntos de perforación:

1. A menos que se especifique lo contrario, si un dibujo muestra un punto de perforación, pero no especifica un ángulo, 118° es la norma, pero se permite un punto de perforación de 90° - 180°. Los dibujos que especifiquen "punto de perforación aceptable" podrán utilizar cualquier ángulo de perforación. Las

indicaciones de profundidad se medirán desde la superficie hasta el borde del resalte, no desde el centro de la punta, a menos que se especifique lo contrario. Si una vista seccional no muestra ningún punto de perforación en un taladro, el fondo deberá ser dibujo dentro de las dimensiones del detalle.

E. Chaflán en formas hexagonales y octogonales

A menos que se especifique lo contrario:

1. Los chaflanes exteriores en formas hexagonales u octogonales se definen como 30° ± 5° a partir de un círculo inscrito en el interior de los puntos con una tolerancia de menos 0.001" a 0.015".
2. Los chaflanes interiores de las formas hexagonales u octogonales se definen como 30° + 5° a partir de un círculo inscrito fuera de los puntos, con una tolerancia de más 0.001" a 0.015".

F. Rectificado/Lapado/Pulido y asignación de inventario:

1. El fabricante es responsable de determinar cuál debe ser cada subproceso para conseguir unas dimensiones finales que cumplan las especificaciones del dibujo. La única excepción es cuando el departamento de Ingeniería de PCB ha determinado que el rendimiento o el aspecto (calidad) del producto mejorarán siguiendo una serie de subprocesos. En este caso, se indicará explícitamente en el dibujo.
2. La información que figura a continuación es orientativa.
   a. Cuando se pide un acabado de rectificado 16 o mejor (.001-.002 16 GRIND), es necesario dejar de 0.001" a 0.002" de material por lado (por encima del nominal) para rectificar. En algunos casos, es posible lograr un acabado 16 directamente de un molino o torno, que es aceptable a menos que se especifique lo contrario.
   b. Cuando se pida un acabado lapeado 8 o mejor (.001-.002 8 LAP), es necesario dejar de 0.001" a 0.002" de material por lado (por encima del nominal) para el lapeado. El lapeado a mano no es aceptable a menos que se especifique lo contrario en el dibujo.
   c. Cuando se pida un acabado pulido 4 o mejor, no se requerirá material adicional. El pulido a mano no es aceptable a menos que se especifique lo contrario en el dibujo

G. Identificación de piezas/grabado

1. En algunos dibujos de PCB, Ingeniería especificará que cierta información sea identificada en una superficie específica de la(s) parte(s) en el dibujo. Si el dibujo dice "ETCH", significa que el fabricante utilizará grabado Láser donde la fuente y la altura del texto utilizado produce una identificación legible.
2. Si el dibujo dice "MARK", significa que el fabricante podría utilizar otro método para identificar permanentemente la pieza a discreción del fabricante donde la fuente y la altura del texto utilizados produzcan una identificación legible.
3. Las fixturas, identificadas por el prefijo "FIX-" en el bloque del título del dibujo, deben marcarse con un identificador único (por ejemplo, el número de pieza "FIX-") excepto en algunas fixturas de ensamble (véase 4b más abajo). Esto incluye plantillas y fixturas multiuso.
4. La identificación de las fixturas se divide en dos categorías: Fixturas de un solo componente y fixturas de ensambles.
   a. Fixturas de un solo componente - Estos dibujos tendrán una nota que indique "ETCH" o "MARK" el número de parte en un lugar específico del componente. Consulte más arriba las Guía de grabado y marcado. Si el componente es demasiado pequeño para " ETCH" o " MARK", póngase en contacto con PCB para obtener instrucciones adicionales.
   b. Fixturas de ensamble - Estas son fixturas que tienen más de un componente. Todas las fixturas de ensamble tendrán una lista de materiales y un dibujo asociado a ellos. Para las fixturas de ensamble que permanecen ensambladas, un componente de la fixtura debe estar marcado con el número de ensamble. Cuando una fixtura de ensamble se desmonta como parte del proceso, entonces cada componente individual se identificará con un número de parte.

H. Revisión de dibujos de PCB

1. Es responsabilidad del Proveedor asegurarse de que está suministrando el producto según la última revisión del dibujo y las especificaciones proporcionadas por PCB Piezotronics, a menos que se especifique lo contrario por escrito. Los dibujos tienen prioridad sobre cualquier modelo CAD o GERBERS que puedan ser proporcionados o aprobados por PCB. En caso de conflicto entre el dibujo y los modelos informáticos, póngase en contacto con el Departamento de Compras de PCB para su aclaración.

II. Guía de inspección y calidad

A. Comprobación de la profundidad de la rosca/longitud de la rosca y del paso:

1. Utilizar el calibre de roscas apropiado según el dibujo de PCB. Para determinar la profundidad de la rosca, calcule el número de vueltas del gage requeridas multiplicando el paso de la rosca por la profundidad o longitud de la rosca, luego reste una (1) vuelta para el paso del gage.
2. Longitud de la rosca: Medir hasta el último perfil completo de la rosca, excluyendo la salida.
3. Ejemplo: ¼ - 28 roscas x 0,250 de profundidad. Ver figura 1.
   28 x .250 = 7 vueltas - ½ vuelta para la parte del chaflán y ½ vuelta para el avance del gage = 6 vueltas de rosca.

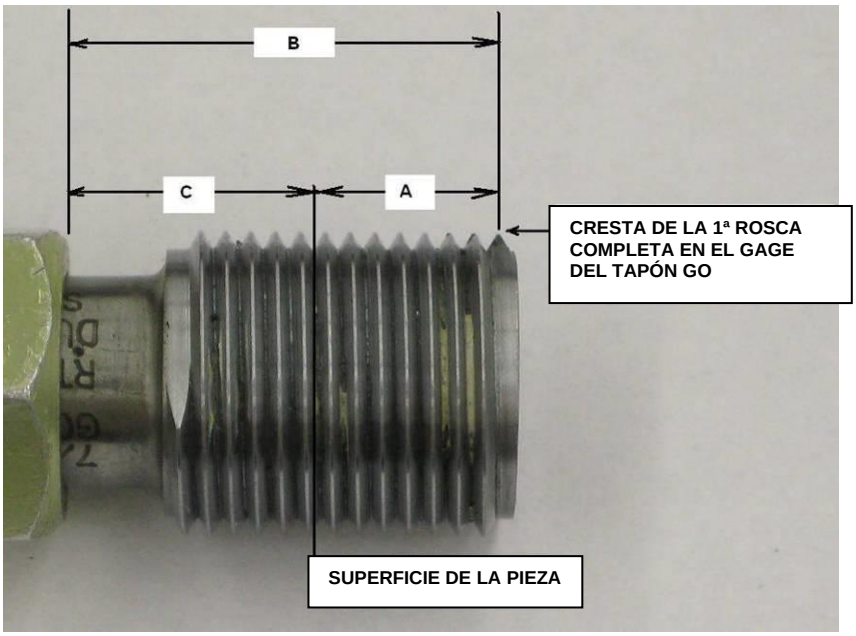


Figura 15 Método alternativo para verificar la profundidad de la rosca

Mida la distancia B del gage GO a la cresta de la primera rosca completa.
Instale el gage GO completamente en el orificio para medir la distancia C.
Profundidad de la rosca A = B - C
Longitud de la rosca: Medir hasta el último perfil de rosca completo, excluyendo la salida de rosca.

4. Cuando se utilicen gage go/no go para comprobar el diámetro del paso de rosca, se permitirán hasta dos (2) vueltas en el gage no go. Cuando haya menos de tres (3) vueltas de rosca en una característica de la pieza, se utilizará ½ de las roscas disponibles para determinar el número de vueltas permitidas.
5. Cuando la rosca no cumpla con el calibre apropiado del “gage ring” o “gage plug” especificado por el personal de calidad de PCB, y los calibres del proveedor den un resultado diferente, PCB se reserva el derecho de utilizar un sistema de calibre de rosca variable, como el fabricado por Johnson Gage Company, como calibre maestro de registro para determinar si las roscas son aceptables. Tanto el diámetro de paso como el tamaño funcional de las roscas deben pasar el gage.

6. Si se indica una profundidad de "rosca perfecta" en un dibujo de PCB, se indicará la longitud de rosca utilizable que se requiere.

B. Calidad de la rosca/Tamaño y profundidad de la broca

1. A menos que la superficie de la rosca se especifique de otro modo en el dibujo, el acabado superficial de los flancos y fondos de la rosca no será superior a un acabado 63 para roscas exteriores y a un acabado 100 para roscas interiores.
2. El tamaño del taladro del macho de roscar puede no estar indicado en la impresión; si está indicado, la tolerancia del taladro es anterior a la de las roscas.
3. A menos que se especifique lo contrario en la impresión:
   Para todos los agujeros (incluidos los de fondo dibujo), la profundidad máxima del taladro del macho será 2.5 x paso más profundo que la profundidad de la rosca.
4. El tamaño del taladro de roscado se basa en un 70% de roscado. Referencia MS070.
5. Roscas internas:
   a. Diámetro mayor y ancho de recorte: Ver Manual del Maquinista como referencia:
   b. Tolerancia de recorte del diámetro mayor:
      Paso > 20: +.010 / -.000 mayor que el diámetro mayor.
      Paso ≤ 20: +.015 / -.000 mayor que el diámetro mayor.
   c. Anchura de la entalladura del diámetro mayor: 1 x Paso ±.005".
   d. Chaflán de plomo:
      i. Tamaño: Diámetro mayor más 0.001" a 0.015".
      ii. Ángulo: 850 a 1250 ángulo incluido
6. Roscas exteriores (véase la figura 2):
   a. Tolerancia de recorte del diámetro menor:
      Paso > 20: +.000/-.010 menor que el diámetro menor.
      Paso ≤ 20: +.000/-.015 menor que el diámetro menor.
   b. Anchura de recorte del diámetro menor: 1 x Paso ±.005"

NOTA: Para secciones transversales de pared delgada (menos de 0.010) consulte el Manual del Maquinista para el diámetro menor.

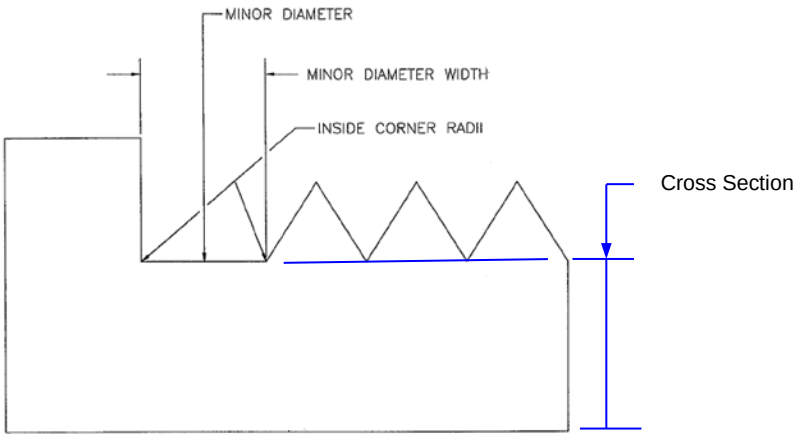


Figura 16 Dimensiones de la rosca exterior

   c. Radios de las esquinas interiores:

Estándar:	Métrico:	Radios de las esquinas interiores
60 pitch or finer:	.5 pitch or finer	0–.005”
33–59 pitch	.80–.55 pitch	0–.010”

32 pitch or coarser	.85 pitch or coarser	0–.010”

d. Chaflán de avance:
   i. Tamaño: Diámetro menor menos 0.001" a 0.015".
   ii. Ángulo: ángulo incluido de 850 a 1250

C. Requerimientos de inspección:

1. Todos los productos fabricados para PCB Piezotronics deben inspeccionarse en cuanto a características dimensionales y visuales de acuerdo con la norma ANSI Z 1.4 y/o especificaciones adicionales definidas en dibujos y órdenes de compra. El A.Q.L requerido es 0.065 mínimo.
2. El proveedor conservará los registros de inspección del producto. Los registros de inspección deben ser recuperables para facilitar la revisión por parte de la PCB previa solicitud. Los registros deben conservarse durante 10 años.
3. Todas las características variables con una tolerancia que tenga 3 decimales o menos en los componentes maquinados deben medirse e informarse con un punto decimal adicional. Las decisiones de aprobación o falla parcial se tomarán en función de las medidas tomadas con decimales adicionales (por ejemplo, si un OD de 1.500” +/- 0.001” mide 1.5013”, es rechazable).
4. PCB usa Ra medido en micro pulgadas a menos que se especifique lo contrario.
5. El acabado superficial de la pieza para todas las características y detalles mantendrá un acabado superficial de a menos que se especifique lo contrario.
6. Cuando se menciona el moleteado en el dibujo, las dimensiones son anteriores al moleteado, a menos que se especifique lo contrario.
7. Cuando se utilicen “pin gages” para la medición de diámetros interiores, se utilizarán calibres de diámetro positivo (+) para verificar la especificación inferior, mientras que calibres negativos (-) se utilizarán para verificar la especificación superior.
8. El producto no conforme que se descubra antes de la entrega a PCB se mantendrá hasta que se obtenga la disposición adecuada de PCB. Esto se puede lograr utilizando el Aviso de desviación de material de PCB (EN082) o mediante el proceso interno de desviación del proveedor. El proceso de desviación interna de los proveedores se revisará antes de la aprobación para su uso.

III. Operaciones de acabado

A. Rebabeo

1. Definición de rebabas: una pieza de material no funcional que se extiende desde la superficie principal de una pieza. Una rebaba puede ser una proyección afilada e irregular, firmemente adherida o una proyección colgante suelta.
2. Debido a la naturaleza sensible del producto PCB, es importante que todos los componentes se entreguen sin rebabas y sin contaminantes sin tener un proceso que sea excesivamente agresivo como para cambiar las dimensiones de impresión (lo más común son las esquinas exteriores rotas). Específicamente, cualquier producto o proceso que utilice silicona no se puede usar para rebabear el producto porque este material es muy difícil de identificar y eliminar después de haberlo aplicado. Procesos como AFM (maquinado de flujo abrasivo), TEM (método de energía térmica), ECD (rebabeo electroquímico), ECP (pulido electroquímico) y ECM (maquinado electroquímico) son métodos aprobados debido a su capacidad percibida para rebabear sin cambiar las dimensiones del dibujo.
3. El único otro método estándar aprobado para el rebabeo es el uso de herramientas manuales como cuchillos de carburo, bisturíes y raspadores, herramientas de fibra tejida como 3M Scotchbrite® y herramientas neumáticas rotativas que utilizan Cratex® aglomerante estándar, grano extrafino o

equivalente. Herramientas blandas de carburo de silicio con grano 180 o más fino. Cualquier otro método no se considera aceptable a menos que sea aprobado por adelantado por Ingeniería de PCB.

4. Utilice un aumento de 10X para inspeccionar las piezas. Si se requiere mayor aumento, la impresión lo notará.
5. Ejemplos de rebabas:

a. Rebaba de Bigote (ver Figura 3):
   - Avellanados y bordes de la pieza.
   - Las rebabas pueden ser bastante pequeñas y desprenderse alrededor de los bordes de la pieza.

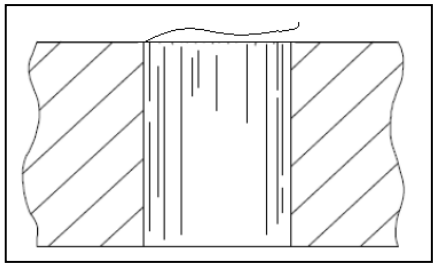


Figura 17 Whisker Burr

b. Rebaba de astilla (véase la figura 4):
   - Astilla suelta de material adherida al borde del elemento.

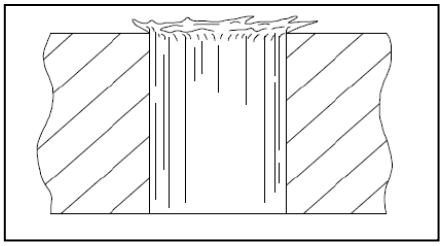


Figura 18 Rebaba de astilla

c. Rebaba coronada (véase la figura 5):
   - Material suelto generalmente alrededor del agujero avellanado.

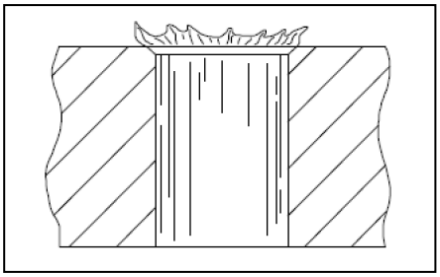


Figura 19 Rebaba coronada

d. Rebaba de bisagra (véase la figura 6):
   - Material suelto generalmente en el agujero y características fresadas.

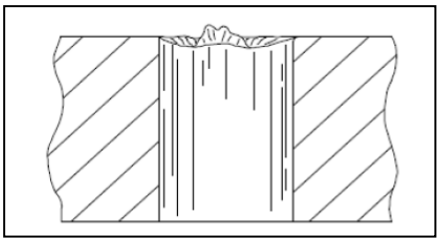


Figura 6 Rebaba de bisagra

e. Rebaba enrollada (véase la figura 7)
   - Rebaba suelta o adherida en orificios, características fresadas y torneadas.

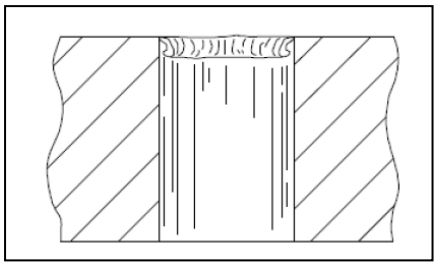


Figura 20 Rebaba enrollada

f. Rebaba emplumada (véase la figura 8):
   - Rebaba suelta que se encuentra generalmente en un borde donde se juntan dos acabados superficiales distintos.

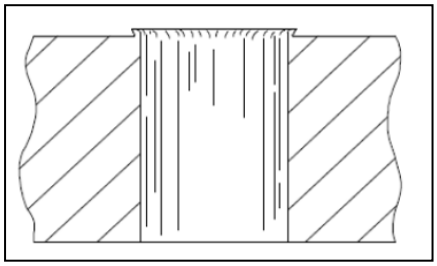


Figura 21 Rebaba emplumada

g. Rebaba de rosquilla (véase la figura 9):
   - Rebaba suelta que tiende a aplanarse y mezclarse con el material adyacente.

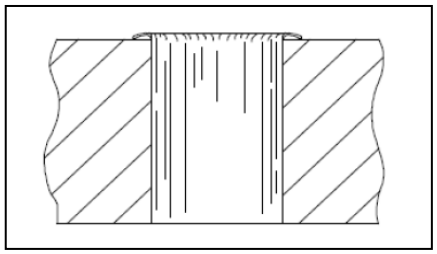


Figura 22 Rebaba de rosquilla

h. Rebaba extendida (véase la figura 10):
   - Material levantado causado generalmente por la perforación de material maleable.
   - Este tipo de rebaba no muestra evidencia de material que pueda desprenderse.

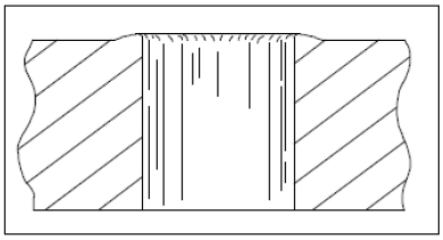
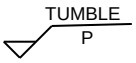


Figure 23 Rebaba extendida

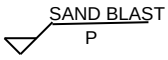
6. Rebabas en piezas estampadas:
   a. A menos que se especifique lo contrario en el dibujo, se acepta una rebaba no superior al 10% del espesor del material, siempre que la rebaba no pueda desprenderse durante la manipulación o el uso normal.

B. Volteado

1. Símbolo — 

   a. Cuando se utiliza este símbolo en el bloque de acabado, significa que se requiere volteo. Si no se especifica el volteo en el dibujo, el fabricante puede voltear para fines de acabado siempre que se mantengan las dimensiones del dibujo. Si en el dibujo se indican esquinas "agudas", no se permite el volteo.

C. Granallado (incluye chorro de arena, granallado, microesferas de vidrio, mazorca de maíz, etc.)

1. Símbolo — 

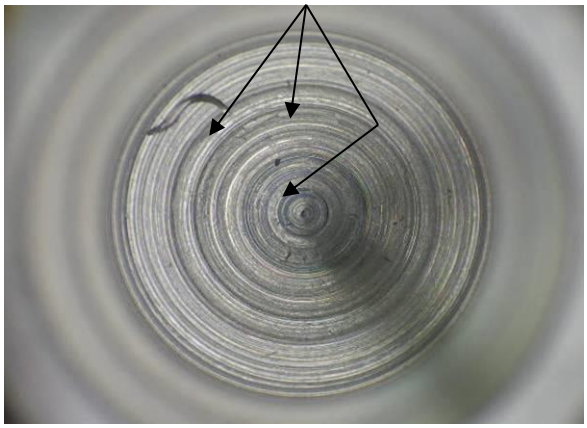
   a. Cuando este símbolo se utiliza en el bloque de acabado o se indica en el dibujo, significa que se requiere granallado. Si el granallado no se especifica en el dibujo, el fabricante no está autorizado a utilizarlo para el acabado.c

IV. Requerimientos de limpieza

A. Requerimientos y ejemplos

1. Todas las piezas deben estar limpias y libres de aceite, silicona, líquido de corte, marcas de grasa u otros contaminantes. Las piezas se limpiarán con un sistema de limpieza de base acuosa, lavado con alcohol, limpieza con disolvente u otra forma que se indique en los procedimientos internos de limpieza de PCB o en los pasos de la hoja de ruta. Cualquier pregunta sobre la obtención de la aprobación para un proceso de limpieza debe dirigirse a Ingeniería de PCB (proveedores internos) o a Compras de PCB (proveedores externos) antes de la limpieza.
2. Las piezas se inspeccionan visualmente para comprobar su limpieza con un aumento de 10X para asegurar que las piezas están limpias y libres de cualquier viruta de metal, suciedad, aceite, refrigerante u otros contaminantes.
3. Ejemplos de una pieza de limpieza inaceptable frente a una aceptable (véase la figura Figure 11):

Parte inaceptable o sucia **Parte aceptable o limpia**



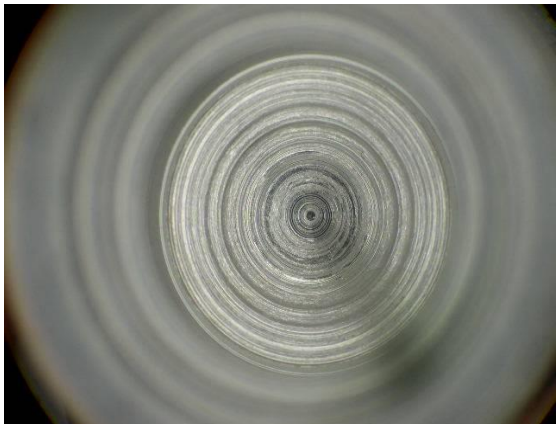


Figura 24 Ejemplos de limpieza del fondo del taladro del contador

V. Operaciones de chapado/pintura/recubrimiento

A. Requerimientos de platinado/pintura/recubrimiento

1. Salvo que se especifique lo contrario en el dibujo, todas las dimensiones son antes del chapado/revestimiento/pintado.
2. Se requiere un recubrimiento uniforme. Si no está seguro de la cobertura uniforme, envíe una Pieza de Inspección del Primer Artículo a QA para su revisión y aprobación.
3. A menos que se especifique lo contrario, se aplicarán las siguientes tolerancias de espesor de metalizado: **+.0002/-.0000".**
4. Para las piezas pintadas, recubiertas de pintura en polvo (y serigrafiadas), las marcas de bastidor son inaceptables a menos que estén identificadas en el dibujo.

B. Platinado/revestimiento de roscas

1. En el caso de algunas roscas pequeñas, el grosor del revestimiento puede provocar una rosca defectuosa. En estos casos, el departamento de ingeniería de PCB ha especificado en el dibujo un diámetro de paso especial que deberá ser sobredimensionado o su dimensionado durante el maquinado. En estos casos, PCB también utiliza el mismo dibujo para especificar el espesor del proceso de chapado/recubrimiento y/o la tolerancia de la rosca después del proceso de platinado/ revestimiento.
2. A menos que se especifique lo contrario, las roscas no se pintarán, sino que se enmascararán antes de pintarlas.

C. Color del producto

1. La norma del PCB para las especificaciones de color es la Carta de Colores Federal Estándar - 595 o el Sistema Pantone. En algunos casos, el PCB identificará el nombre del fabricante de la pintura y el nombre/número del color de dicho fabricante. En el caso de productos anodizados y de revestimiento duro (proceso Sanford), el PCB exige el cumplimiento de la norma MIL-A-8625 y las siguientes gamas de colores:
   - Azul: no debe ser más oscuro que FS 35109 ni más claro que FS 35450.
   - Negro: no debe ser más oscuro que FS 17038 ni más claro que FS 36081.
   - Dorado: no debe ser más oscuro que FS 20266 ni más claro que FS 23594.
   - Verde: no debe ser más oscuro que FS 14062 ni más claro que FS 34259.
   - Rojo: no debe ser más oscuro que FS 11136 ni más claro que FS 31400.

VI. Criterios cosméticos/de apariencia

A. Requerimientos y ejemplos

1. A menos que se especifique lo contrario, todas las superficies de las piezas maquinadas deben estar libres de defectos cosméticos como muescas, rayas, abolladuras, protuberancias, hendiduras de soldadura, salpicaduras de soldadura o estrías. Sin embargo, las marcas típicas de la máquina herramienta en la superficie son aceptables siempre que cumplan la especificación de acabado superficial. Estas características se considerarán defectos si son mayores de 0.003" de profundidad o 0.003" de ancho o largo.
2. Ejemplos de Condiciones Inaceptables (ver Figura 12, Figura 13 y Figure 14):

Rayas en la pieza de más de 0.003" de longitud

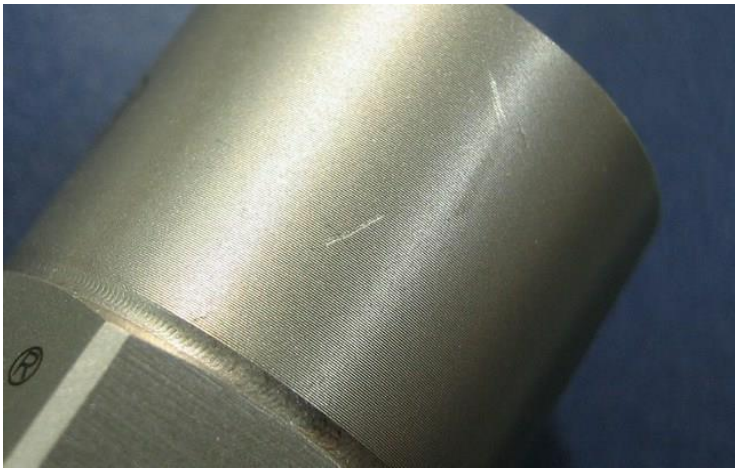


Figura 25 Ejemplo de rayas inaceptables en una pieza

Marcas de maquinado y salpicaduras de soldadura de más de 0.003" de ancho y alto.

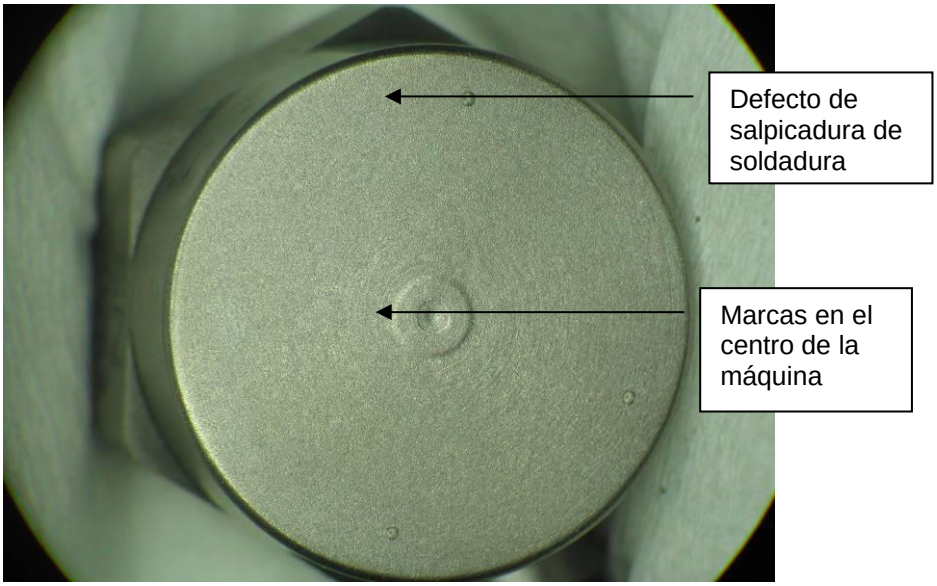


Figura 26 Ejemplo de marca de maquinado y salpicadura de soldadura inaceptables

Notas:

- Las piezas lapeadas pueden presentar micro rayas en la superficie plana debido a los medios de lapeado.
- La pieza debe cumplir los Requerimientos de rugosidad y planitud de la superficie.
- La impresión especificará "Sin rayas" si la superficie lapeada debe estar impecable.

Rosca marcada/dañada de más de 0.003" de profundidad
(ignorar la letra X grabada y la flecha en la pieza)

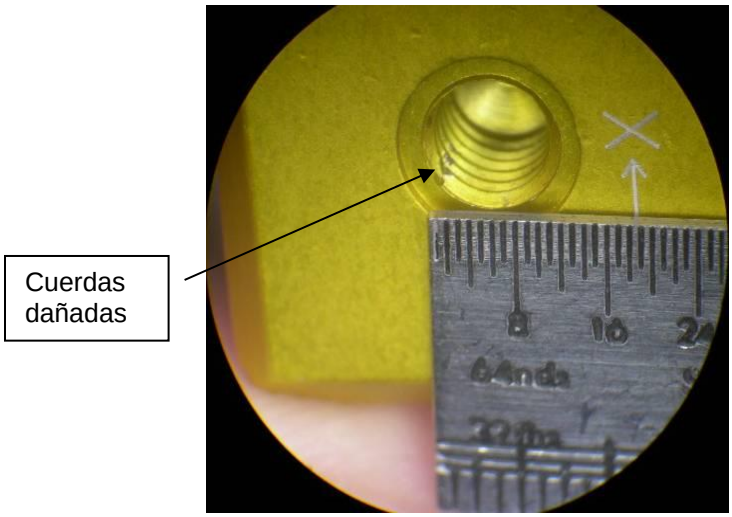


Figura 27 Ejemplo de daños inaceptables en la rosca

VII. Requerimientos para el ensamble de circuitos impresos

A. Requerimientos

1. Las pruebas para el ensamble no serán necesarias a menos que exista un procedimiento de prueba específico listado en la Lista de Materiales (BOM).
2. PCB proporcionará los equipos específicos para las pruebas de PCB. Los equipos de pruebas generales, Generadores de Funciones, Osciloscopios, Voltímetros Digitales o cables no se proporcionarán a menos que se soliciten.
3. Pueden proporcionarse procedimientos de ensamble. El procedimiento de ensamble es una referencia y puede ser sustituido por las prácticas de competencia básica del proveedor.
4. A menos que se indique lo contrario en la documentación de ensamble, la serigrafia cuadrada en la placa de circuito impreso denota el cable positivo (+) para un capacitor polarizado.
5. NO se requiere que los ensambles cumplan con RoHS a menos que se requiera específicamente en la documentación del ensamble. Póngase en contacto con PCB si tiene preguntas sobre componentes específicos relacionados con el cumplimiento de RoHS.
6. PCB debe aprobar los archivos Gerber para el material de la placa de circuito impreso.
7. A menos que se indique lo contrario, pueden utilizarse equivalentes funcionales para todos los capacitores y resistencias de hasta 10 Megaohmios. Los equivalentes deben cumplir o superar la descripción de la pieza en la lista de materiales. Los números de parte reales utilizados deben registrarse como parte del registro de producción del fabricante contratado.
8. Póngase en contacto con PCB en caso de plazos de entrega largos, espaciado/ajuste, cantidad mínima, falta de información del fabricante, RoHS o componentes obsoletos para ayudar con los problemas de adquisición.
9. Los ensambles deben construirse para cumplir o superar los estándares IPC 610 Clase 2.
10. Al separar ensambles panelizados, no se requiere singulación limpia a menos que se especifique en el dibujo de ensamble.
11. Los ensambles deben limpiarse para eliminar residuos de flux y partículas. La inspección visual, con un aumento de 10x como mínimo, del ensamble completado no debe mostrar flux ni partículas. Puede ser

necesaria una limpieza adicional para algunos ensambles, como se indica en la documentación del ensamble.

12. La lista de materiales (BOM) es el documento de control para la producción de la placa y prevalece sobre cualquier otra documentación que pueda proporcionar PCB. Si un elemento no aparece en la lista de materiales o se identifica con "NA", no se debe poblar en el tablero.
13. Las estimaciones de tiempo de preparación y ejecución de las pruebas documentadas en los procedimientos de prueba son sólo eso: estimaciones. La responsabilidad última de la configuración y el rendimiento de las pruebas sigue siendo de los proveedores.
14. El proveedor de placas de circuito impreso adquirirá los componentes electrónicos de fabricantes de componentes originales o distribuidores autorizados.
15. Cuando los proveedores soliciten utilizar piezas de “EEE” de una fuente no autorizada, deberán obtener la aprobación de PCB antes de la entrega. El Grupo de Compras de PCB iniciará un Aviso de Desviación de Material (MDN) solicitando el uso de una fuente no autorizada. El MDN debe ser aprobado, como mínimo, por el director de Compras y el representante de Calidad. Si se aprueba la solicitud, se notificará al proveedor.
    Además, deben proporcionar una evaluación de riesgos de piezas falsificadas documentada y un plan de mitigación de riesgos. Esta evaluación de riesgos debe abordar la probabilidad de recibir un componente electrónico sospechoso o falsificado confirmado de la fuente y las consecuencias de la instalación de una pieza sospechosa o falsificada confirmada (por ejemplo, seguridad humana, fiabilidad, rendimiento). El plan de mitigación de riesgos documentará las pruebas y/o inspecciones utilizadas en función del riesgo, incluidos los criterios de aceptación y rechazo.

VIII. Guía para la reparación de circuitos impresos

A. **Reparaciones en garantía** - sin cargo para PCB

1. Las unidades devueltas a los proveedores contra RMA en respuesta a MRR o CAR de PCB Piezotronics Inc. deben abonarse a la recepción. Si las unidades se reparan, deben volver a facturarse al coste de la orden de compra como crédito. Este es el procedimiento estándar de PCB Piezotronics Inc.

B. **Reparaciones fuera de garantía** - esto incluiría unidades no consideradas una reparación en garantía por el Proveedor. Consulte las siguientes guías:

1. Si el proveedor decide que una unidad no está cubierta por su garantía, deberá ponerse en contacto inmediatamente con PCB. Los trabajos de reparación fuera de garantía no deben realizarse a menos que se cuente con la aprobación de PCB.
2. El coste de una reparación no debe superar el 25% del coste de compra de la unidad. Los proveedores no deben reparar unidades a menos que se tenga la certeza de que el coste no superará esta asignación.
3. Cuando PCB apruebe la reparación de una placa, se emitirá una orden de compra para cubrir el coste de la reparación. En este caso, el proveedor deberá refacturar el coste de la orden de compra original que se acredito y también preparar una factura separada por el coste de reparación aprobado.
4. Puede haber circunstancias que obliguen a actuar al margen de estas guías. Una ruptura de stock en PCB, una gran cantidad de lote o un tablero de ejecución especial podrían ser excepciones. PCB proporcionará acciones específicas en estos casos. En caso de duda, póngase en contacto con PCB.

C. **Expectativas de reparación:** las unidades reparadas se considerarán como nuevas.

1. Las pruebas funcionales, si son necesarias, para los ensambles reparados deben realizarse antes de devolver el ensamble a PCB. Póngase en contacto con PCB para obtener las fixturas y procedimientos si es necesario.

2. Debe proporcionarse un Certificado de Conformidad con las unidades reparadas y debe incluir el nivel de revisión al que se reparó el ensamble.
3. La programación para los componentes puede ser la revisión original cuando se realizó el ensamble.
4. Deben cumplirse todas las guías de limpieza y fabricación (recorte de terminales o colocación de componentes) que figuran en la documentación del ensamble.
5. Notifique a PCB Piezotronics, Inc. si las unidades son desechadas para que la PO(s) pueda ser ajustada.

IX. Guía de empaque

A. Requerimientos

Los Requerimientos de empaque para proveedores se detallan en el procedimiento EN1107. Si necesita una copia de la norma EN1107, póngase en contacto con su agente de compras.

X. Documentación

A. Requerimientos

Los Requerimientos de los certificados de conformidad para los proveedores pueden consultarse en QA1027. Este documento también está disponible en WWW.PCB.COM

XI. Definiciones

1. RMA- Autorización de devolución de mercancías
2. MRR- Informe de rechazo de material
3. CAR- Solicitud de acción correctiva

XII. Diseño y control del desarrollo

1. En el caso de las organizaciones responsables del diseño y desarrollo, la organización debe identificar, revisar y controlar los cambios realizados durante el diseño y desarrollo de productos y servicios, o con posterioridad a los mismos, en la medida necesaria para garantizar que no se produzcan efectos adversos en la conformidad con los Requerimientos.
2. La organización debe conservar información documentada sobre los resultados del diseño y desarrollo.

XIII. Competencia

1. Cuando PCB Piezotronics requiera la aprobación de la competencia, incluida cualquier cualificación requerida de las personas, la necesidad de aprobación y el método de aprobación se derivarán a través de la Orden de Compra.

TABLA 1 – Identificación de la composición del material

Descripción	Tipo / Grado	Numero UNS
Aleaciones/Exóticos	HAYNES 242® Aleación	UNS N10242
Aleaciones/Exóticos	HAYNES 244 ® Aleación	UNS N10244
Óxido de alúmina	AL203 (96% Pureza)	N/A
Aleación de hierro y níquel	Aleación 52	UNS N14052
Aleación ferromagnética de níquel	Aleación 79	UNS N14080
Aleación de hierro y níquel	Aleación 42	UNS K94100
Fundición de aleación de aluminio	A356-T6	UNS A13560
Aluminio	1100-0	UNS A91100
Aluminio	2024	UNS A92024
Aluminio	4047	UNS A94047
Aluminio	5052-H32	UNS A95052
Aluminio	7075-T6	UNS A97075
Aluminio	6061-T6	UNS A96061
Aluminio	GLIDCOP Al-15	UNS C15715
Arnavar	Aleación a base de cobalto	UNS R30007
Cobre de berilio	CuBe C17200	UNS C17200
Cobre de berilio	CuBe C17300	UNS C17300
Latón	26000 (CDA260)	UNS C26000
Latón	36000 (CDA360)	UNS C36000
Latón	46400	UNS C46400
Bronce de fósforo	544-H04	UNS C54400
Acero al carbono	236 (SA36)	UNS K02600
Acero al carbono	1002	UNS G10020
Acero al carbono	1008	UNS G10080
Acero al carbono	1018	UNS G10180
Acero al carbono	1020	UNS G10200
Acero al carbono	1095	UNS G10950
Acero al carbono	1117	UNS G11170
Acero al carbono	1144	UNS G11440
Acero al carbono	12L14	UNS G12144
Acero al carbono	4140	UNS G41400
Acero al carbono	4340	UNS G43400

Cobre		UNS C11000
Cobre		UNS C12200
Cobre		UNS C18200
Cobre		UNS C46400
Inconel	625	UNS N06625
Inconel	750	UNS N07750
Inconel	600	UNS N06600
Inconel	718	UNS N07718
Invar		UNS K93603
Invar		UNS K93050
Invar		UNS K93500
Acero fragilizado		UNS K93120
Monel	400	UNS N04400
Monel	R405	UNS N04405
Níquel	200	UNS N02200
Níquel	201	UNS N02201
Níquel	270	UNS N02270
Níquel	Aleación X	UNS N06002
Aleación de níquel	BNi-2	UNS N99620
Níquel-Plata		UNS C73500
Paladio	Grado 99.8	UNS P03980
Platino	Grado 99.95	UNS PO4995
Acero inoxidable	218	UNS S21800
Acero inoxidable	310	UNS S31000
Acero inoxidable	316	UNS S31600
Acero inoxidable	316L	UNS S31603
Acero inoxidable	13-8	UNS S13800
Acero inoxidable	15-5	UNS S15500
Acero inoxidable	17-4	UNS S17400
Acero inoxidable	17-7	UNS S17700
Acero inoxidable	302	UNS S30200
Acero inoxidable	304	UNS S30400
Acero inoxidable	304L	UNS S30403
Acero inoxidable	305	UNS S30500
Acero inoxidable	416	UNS S41600
Acero inoxidable	303	UNS S30300
Acero inoxidable	403	UNS S40300
Acero inoxidable	410	UNS S41000

Acero inoxidable	440C	UNS S44004
Acero inoxidable	430	UNS S43000
Acero inoxidable	465	UNS S46500
Acero inoxidable	660	UNS S66286
Acero inoxidable	Zeron 100	UNS S32760
Acero inoxidable	308	UNS S30880
Acero inoxidable	308L	UNS S30883
SUPREMEX	640XA	N/A
Titanio	6AL4V	UNS R56400
Titanio	Grado 5	UNS R56400
Titanio	A70	UNS R50700
Acero para herramientas	A2	UNS T30102
Acero para herramientas	D2	UNS T30402
Acero para herramientas	M2	UNS T11302
Acero para herramientas	O1	UNS T31501
Tungsteno	HD-17 - Clase1	N/A
Tungsteno	HD-18 – Clase 3	N/A
Kovar	Clase 1	UNS K94610

NOTE: This document is also available in a Spanish translation
NOTA: Este documento también está disponible en una traducción al español