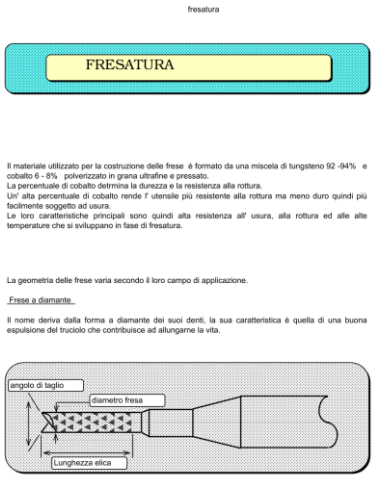
# Guía del proceso de fresado de PCB

Edición técnica traducida a partir de la guía italiana original. Se conservan los valores técnicos, las fórmulas y las denominaciones de producto.

# Página 1

fresado FRESH El material utilizado para la construcción de los cortadores está formado por una mezcla de tungsteno 92 - 94% y cobalto 6 - 8% en polvo en grano ultrafina y prensado. El porcentaje de cobalto determina la dureza y la resistencia a la rotura. Un alto porcentaje de cobalto hace que la herramienta sea más resistente a la rotura pero menos difícil por lo tanto más fácilmente sujeto a desgaste. Sus características principales son por lo tanto alta resistencia al desgaste, rotura y alta temperaturas que se desarrollan en la fase de fresado. La geometría de los cortadores varía según su campo de aplicación. Cortadores de diamantes El nombre viene de la forma de diamante de sus dientes, el su característica es la de un bien expulsión del truciolo que contribuye a extender su vida. ángulo de corte Diámetro del molino Longitud helicoidal Página 1

**Página original en italiano**



# Página 2

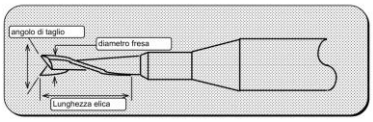
fresado Cortadores dobles helicoidales Se utilizan cuando el trabajo requiere mayor precisión dimensional. ángulo de corte Diámetro del molino Longitud helicoidal Este tipo de cortador puede tener espiral derecha o izquierda. espiral derecha espiral izquierda Con espiral izquierda el molino tenderá a empujar el panel en la mesa y el trecile hacia abajo, con Para una buena expulsión del chip, la profundidad de la penetración debe ser tratada, de hecho, es necesario siempre dejar al menos 0.7mm de helix fuera del paquete. Por el contrario, el uso de un cortador demasiado largo aumenta el esfuerzo del mismo aumento de la torsión y Página 2

**Página original en italiano**

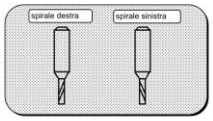


Frese doppia elica

Vengono usate quando il lavoro richiede maggiore precisione dimensionale.




Questo tipo di fresa può avere spirale destra o sinistra.

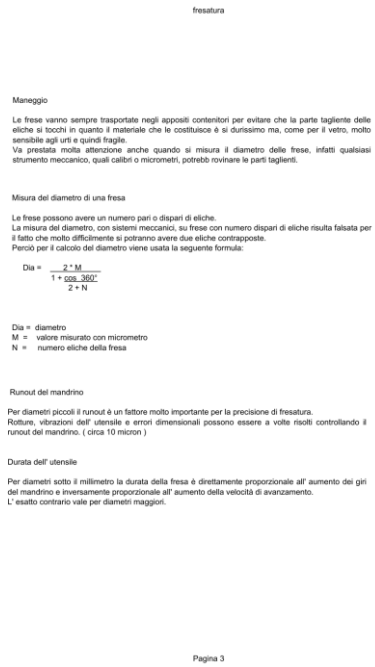



Con spirale sinistra la fresa tenderà a spingere il pannello sulla tavola e il truciolo verso il basso, con spirale destra tenderà a sollevare il pannello e scaricherâll truciolo verso l' alto. In questo caso è necessaria una perfetta efficienza del premipezzo per evitare vibrazioni del pannello che portebbero alla rottura dell' utensile ed una buona aspirazione in modo che i residui non vengano depostisul quadrotto.
Per una buona espulsione del truciolo si deve curare la profondità di penetrazione, infatti bisogna sempre lasciare almeno 0.7mm di elica fuori dal pacco.
Viceversa l' uso di una fresa troppo lunga aumenta lo sforzo della stessa aumentandone la torsione e causandone la rottura.

# Página 3

fresado equitación Los cortadores siempre deben ser transportados en los contenedores apropiados para evitar la parte afilada de la el material que lo constituye es muy duro pero, en cuanto al vidrio, muy sensible a los choques y por lo tanto frágil. Se debe prestar mucha atención incluso cuando se mide el diámetro de los cortadores, de hecho cualquier instrumento mecánico, como calibres o micrometers, puede arruinar partes afiladas. Medición de diámetro de un molino Los frenos pueden tener un número uniforme o extraño de hélices. La medición de diámetro, con sistemas mecánicos, en cortadores con un número impar de hélices es falsa para el hecho de que apenas puede tener dos hélices opuestas. Por lo tanto para el cálculo del diámetro se utiliza la siguiente fórmula: Dia = 2 M 1 + t 360° 2 + N Dia = diámetro M = valor medido con micrometro N = Número de molinos Spindle Runout Para el funcionamiento de diámetros pequeños es un factor muy importante para la precisión del fresado. Las rupturas, las vibraciones de la herramienta y los errores dimensionales a veces se pueden resolver controlando el spindle runout. (alrededor de 10 micrones) Duración de la herramienta Para diámetros debajo del milímetro la longitud del molino es directamente proporcional al aumento de los giros de la husillo e inversamente proporcional al aumento de la velocidad del avance. El opuesto exacto se aplica a diámetros más grandes. Página 3

**Página original en italiano**



fresatura

Maneggio

Le frese vanno sempre trasportate negli appositi contenitori per evitare che la parte tagliente delle eliche si tocchi in quanto il materiale che le costituisce è si durissimo ma, come per il vetro, molto sensibile agli urti e quindi fragile.
Va prestata molta attenzione anche quando si misura il diametro delle frese, infatti qualsiasi strumento meccanico, quali calibri o micrometri, potrebb rovinare le parti taglienti.

Misura del diametro di una fresa

Le frese possono avere un numero pari o dispari di eliche.
La misura del diametro, con sistemi meccanici, su frese con numero dispari di eliche risulta falsata per il fatto che molto difficilmente si potranno avere due eliche contrapposte.
Perciò per il calcolo del diametro viene usata la seguente formula:

$$Dia = \frac{2 * M}{1 + \frac{\cos\ 360°}{2 + N}}$$

Dia = diametro
M = valore misurato con micrometro
N = numero eliche della fresa

Runout del mandrino

Per diametri piccoli il runout è un fattore molto importante per la precisione di fresatura.
Rotture, vibrazioni dell' utensile e errori dimensionali possono essere a volte risolti controllando il runout del mandrino. ( circa 10 micron )

Durata dell' utensile

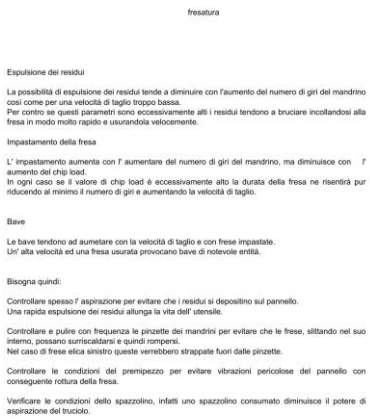
Per diametri sotto il millimetro la durata della fresa è direttamente proporzionale all' aumento dei giri del mandrino e inversamente proporzionale all' aumento della velocità di avanzamento.
L' esatto contrario vale per diametri maggiori.

Pagina 3

# Página 4

fresado Expulsión de residuos La posibilidad de expulsión de residuos tiende a disminuir con el aumento del número de giros de husillo así como para una velocidad de corte demasiado baja. Por otro lado, si estos parámetros son excesivamente altos, los residuos tienden a quemarse pegando a frenos de una manera muy rápida y usarlo rápidamente. Molienda de amasamiento El amasamiento aumenta con el aumento del número de husillo, pero disminuye con l mayor carga de chip. En cualquier caso, si el valor de carga de chip es excesivamente alto la longitud del molino se verá afectada a pesar de minimizar el número de vueltas y aumentar la velocidad de corte. Basis Los troncos tienden a aumerar con velocidad de corte y con cortadores amasados. Una alta velocidad y un tirón desgastado causan un número considerable de tijeras. Por consiguiente, debemos: A menudo comprueba la succión para evitar que los residuos depositen en el panel. Una rápida expulsión de los residuos extiende la vida de la herramienta. Comprobar y limpiar regularmente los pins para evitar los frenos, deslizarse en su dentro, pueden sobrecalentarse y luego romper. En el caso de los cortadores helicoidales izquierdos estos serían arrancados de las pinzas. Revisar el la ruptura resultante del corte. Condiciones de Premipezzo para evitar vibraciones peligrosas del panel con Verificar las condiciones del cepillo de dientes, de hecho un cepillo de dientes disminuye el poder aspiración del truciol. Página 4

**Página original en italiano**



fresatura

Espulsione dei residui

La possibilità di espulsione dei residui tende a diminuire con l'aumento del numero di giri del mandrino così come per una velocità di taglio troppo bassa.
Per contro se questi parametri sono eccessivamente alti i residui tendono a bruciare incollandosi alla fresa in modo molto rapido e usurandola velocemente.

Impastamento della fresa

L' impastamento aumenta con l' aumentare del numero di giri del mandrino, ma diminuisce con l' aumento del chip load.
In ogni caso se il valore di chip load è eccessivamente alto la durata della fresa ne risentirà pur riducendo al minimo il numero di giri e aumentando la velocità di taglio.

Bave

Le bave tendono ad aumetare con la velocità di taglio e con frese impastate.
Un' alta velocità ed una fresa usurata provocano bave di notevole entità.

Bisogna quindi:

Controllare spesso l' aspirazione per evitare che i residui si depositino sul pannello.
Una rapida espulsione dei residui allunga la vita dell' utensile.

Controllare e pulire con frequenza le pinzette dei mandrini per evitare che le frese, slittando nel suo interno, possano surriscaldarsi e quindi rompersi.
Nel caso di frese elica sinistro queste verrebbero strappate fuori dalle pinzette.

Controllare le condizioni del premipezzo per evitare vibrazioni pericolose del pannello con conseguente rottura della fresa.

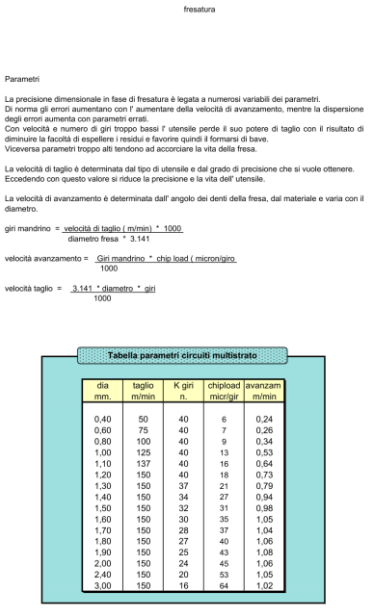
Verificare le condizioni dello spazzolino, infatti uno spazzolino consumato diminuisce il potere di aspirazione del truciolo.

Pagina 4

# Página 5

fresado Parámetros La precisión dimensional en la fase de fresado está vinculada a numerosas variables de parámetros. Por regla general, los errores aumentan aumentando la velocidad del avance, mientras que la dispersión errores aumentan con parámetros incorrectos. Con velocidad y velocidad demasiado baja la herramienta pierde su poder de corte con el resultado de reducir la posibilidad de expulsar los residuos y promover así la formación de una necesidad. Los parámetros demasiado altos transversales tienden a acortar la vida del molino. La velocidad de corte se determina por el tipo de herramienta y el grado de precisión que desea alcanzar. Excluir con este valor reduce la precisión y la vida de la herramienta. La velocidad de alimentación se determina por el ángulo de diente del cortador, el material y varía con el Diámetro. giros de husillo = velocidad de corte (m/min) * 1000 Diámetro del molino *3.141 velocidad de avance = husillo de husillo * carga de chip ( micron/turn 1000 corte de velocidad = 3.141 * diámetro * giros 1000 ♪ mm. 0,40 0,60 0,80 1,00 1.101 ♪ 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 2,00 2,40 3.00 (Parametros de circuito multicapa corte m/min 50 75 100 125 137 150 150 150 150 150 150 150 150 150 150 K turn No. chipload feed micr/gir m/min 40 40 40 40 40 40 37 34 32 30 28 27 25 24 20 16 7 9 13 16 18 21 27 31 35 37 40 43 45 53 64 0,244 0,266 0.34 0,53 0,64 0,73 0,79 0,94 0,98 1. 1,04 ♪ ♪ ♪ 1. 1,02 Página 5

**Página original en italiano**



fresatura

Parametri

La precisione dimensionale in fase di fresatura è legata a numerosi variabili dei parametri.
Di norma gli errori aumentano con l' aumentare della velocità di avanzamento, mentre la dispersione degli errori aumenta con parametri errati.
Con velocità e numero di giri troppo bassi l' utensile perde il suo potere di taglio con il risultato di diminuire la facoltà di espellere i residui e favorire quindi il formarsi di bave.
Viceversa parametri troppo alti tendono ad accorciare la vita della fresa.

La velocità di taglio è determinata dal tipo di utensile e dal grado di precisione che si vuole ottenere.
Eccedendo con questo valore si riduce la precisione e la vita dell' utensile.

La velocità di avanzamento è determinata dall' angolo dei denti della fresa, dal materiale e varia con il diametro.

giri mandrino = velocità di taglio ( m/min) * 1000 / diametro fresa * 3.141

velocità avanzamento = Giri mandrino * chip load ( micron/giro / 1000

velocità taglio = 3.141 * diametro * giri / 1000

**Tabella parametri circuiti multistrato**

| dia mm. | taglio m/min | K giri n. | chipload micr/gir | avanzam m/min |
|---|---|---|---|---|
| 0,40 | 50 | 40 | 6 | 0,24 |
| 0,60 | 75 | 40 | 7 | 0,26 |
| 0,80 | 100 | 40 | 9 | 0,34 |
| 1,00 | 125 | 40 | 13 | 0,53 |
| 1,10 | 137 | 40 | 16 | 0,64 |
| 1,20 | 150 | 40 | 18 | 0,73 |
| 1,30 | 150 | 37 | 21 | 0,79 |
| 1,40 | 150 | 34 | 27 | 0,94 |
| 1,50 | 150 | 32 | 31 | 0,98 |
| 1,60 | 150 | 30 | 35 | 1,05 |
| 1,70 | 150 | 28 | 37 | 1,04 |
| 1,80 | 150 | 27 | 40 | 1,06 |
| 1,90 | 150 | 25 | 43 | 1,08 |
| 2,00 | 150 | 24 | 45 | 1,06 |
| 2,40 | 150 | 20 | 53 | 1,05 |
| 3,00 | 150 | 16 | 64 | 1,02 |

Pagina 5